

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

QH

5
5932

NH

Serie A (Biologie)

Herausgeber:

Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, D-70191 Stuttgart

Stuttgarter Beitr. Naturk.	Ser. A	Nr. 588	28 S.	Stuttgart, 15. 7. 1999
----------------------------	--------	---------	-------	------------------------

Die aquatische Käferfauna eines Torfabbaugebietes im Moorkomplex Wurzacher Ried (Lkr. Ravensburg, Süddeutschland)

Aquatic Coleoptera of a Peat-Mining Area within
the Bog and Fen Complex 'Wurzacher Ried' (Southern Germany)

Wolfgang Jansen, Michael Koch und Jochen Tham, Stuttgart

Mit 4 Abbildungen und 8 Tabellen

Summary

Between the years 1991–1993 we investigated the aquatic coleoptera communities of 11 major water bodies of the 'Haidgauer Torfstichgebiet' within the south German bog and fen complex 'Wurzacher Ried'. Overall, we found 66 species from seven families. Of these, 59 species were obtained from semi-quantitative net samples at all sites and from quantitative samples of floating *Sphagnum cuspidatum* at one site, while pit-fall traps set in the vicinity of some water bodies yielded the remaining seven species. For still waters, we obtained a positive relationship between the size and the structural complexity of the water body and the number of beetle species.

At a natural bog creek ('Haidgauer Ach') and the major drainage ditch ('Torfwerkskanal'), we found a total of 15 species. Some of these lotic specialists occurred at relatively high abundance. A community comparison based on the presence and absence of species revealed, that the Haidgauer Ach and the Torfwerkskanal, together with a drainage ditch with seasonally changing current conditions formed a distinct cluster, that clearly differed from the remaining water bodies.

Bog specialists, as, for example, *Rhantus suturellus*, *Agabus affinis* and *Hydroporus obscurus*, that made up more than half of all identified individuals, dominated the beetle communities particularly within the ombrotrophic water bodies (e.g. 'Graben' 11, 'Torfstiche' 6 and 7), and also occurred at the more (e.g. 'Torfstich' 5) or less (e.g. 'Torfstich' 8) minerotrophic sites. Among the mats of floating *Sphagnum* of site 'Torfstich' 7, we found densities of up to 12 adults and 22 larvae per gram dry plant matter. For this habitat, the overall most abundant species, *Hydroporus obscurus*, contributed almost 70 % to adult densities. In general, the abundance of almost all the typhobiontic and most of the tyrophilic species expected to occur within the region characterizes the 'Haidgauer Torfstichgebiet' as a valuable habitat for bog specialists among aquatic beetles, and emphasises the great importance of this bog area for species conservation.



Zusammenfassung

Zwischen 1991 und 1993 wurden 11 der wesentlichen Steh- und Fließgewässer im Haidgauer Torfstichgebiet des Moorkomplexes Wurzacher Ried (Landkreis Ravensburg, Süddeutschland) auf ihre aquatische Käferfauna hin untersucht. Insgesamt wurden 66 Arten aus sieben Familien nachgewiesen, wobei 59 Arten aus semiquantitativen Kescherfängen und quantitativen Proben flutender Sphagnen, und 7 Arten ausschließlich aus Bodenfallen in der Gewässerumgebung stammen. Für die Stehgewässer bestand eine positive Korrelation zwischen Gewässergröße und Strukturvielfalt und der Artenzahl.

Aus einem natürlichen Moorbach (Haidgauer Ach) und dem Hauptentwässerungsgraben (Torfwerkskanal) wurden nur etwa 15 Arten nachgewiesen. Diese (überwiegend Fließgewässerspezialisten) traten aber teilweise mit relativ hohen Abundanzen auf. Bei einem Vergleich der Käferzönosen auf Artenidentität bildeten die Fließgewässer zusammen mit dem minerotrophen Graben 5a mit temporärem Abfluß ein Cluster, das deutlich von dem aller übrigen (Steh)Gewässer separierte.

Moortypische Käfer, wie zum Beispiel *Rhantus suturellus*, *Agabus affinis* und *Hydroporus obscurus*, die insgesamt über die Hälfte aller gefangenen Individuen ausmachten, dominierten besonders in den ombrotrophen Gewässern (zum Beispiel Graben 11, Torfstiche 6 und 7), fanden sich aber auch in Gewässern mit Zwischen- (Torfstich 8) oder sogar Niedermoorcharakter (Torfstich 5). In den flutenden Sphagnen des Torfstichs 7 konnten pro Gramm Trockenmasse Individuendichten von bis zu 12 Imagines und 22 Larven nachgewiesen werden, wobei die auch insgesamt häufigste Art, *Hydroporus obscurus*, einen Anteil an den Imagines von knapp 70 % hatte. Das teilweise hochabundante Vorkommen fast aller im Naturraum zu erwartenden tyrphobionten und der meisten tyrphophilen Arten zeichnet das Haidgauer Torfstichgebiet als weitgehend intakten Lebensraum für aquatische „Moorkäfer“ aus und unterstreicht auch für diese Tiergruppe seine überragende Bedeutung für den Artenschutz.

Inhalt

1. Einleitung	2
2. Material, Methoden und Danksagung	4
2.1. Material und Methoden	4
2.2. Datenauswertung	4
2.3. Danksagung	6
3. Ergebnisse	6
3.1. Standortfaktoren an den Untersuchungsgewässern	6
3.2. Artenzahlen und Käferzönosen	6
3.3. Dominanzverhältnisse	15
4. Diskussion	16
4.1. Artenzahlen, Käferzönosen und Verbreitungsmuster	16
4.2. Artvorkommen und Standortverhältnisse	19
4.3. Moorarten und naturschutzfachliche Bewertung der Käferfauna	21
4.4. Grundlagen für eine Erfolgskontrolle	24
5. Literatur	25

1. Einleitung

Hochmoore zeichnen sich durch eine weitgehend spezifische Fauna aus, die im Vergleich zu anderen Feuchtgebieten artenarm ist, aber eine relativ große Anzahl von Charakterarten aufweist (PEUS 1932; BURMEISTER 1990). Allerdings sind selbst die wenigen, heute noch vorhandenen Reste der bis in das 20. Jahrhundert das Landschaftsbild weiter Teile Westeuropas prägenden Moorkomplexe durch eine Vielzahl von Faktoren bedroht.

Im Rahmen der sogenannten Moorkultivierung hat der Mensch massiv in die Hydrologie und den Stoffhaushalt von Mooren eingegriffen (KUNTZE & EGGELSMANN

1982; SCHOUVENAARS 1993; HEATHWAITE 1994), wobei besonders die Höhe des Moorwasserstandes sowie der Chemismus des Oberflächenwassers negativ beeinflusst wurden. Diese Veränderungen von Standortfaktoren hatten ohne Zweifel deutliche Auswirkungen auf die ursprünglich vorhandenen Hochmoor-Lebensgemeinschaften, so daß insgesamt wesentliche funktionale Beziehungen des Moorökosystems gestört wurden, wenn nicht verloren gingen.

Aufgrund des weitgehenden Fehlens neuerer faunistischer Untersuchungen aus Mooregebieten blieb das Ausmaß dieser Veränderungen, insbesondere für die Invertebratenfauna, weitgehend unbekannt. Im Bemühen, weitere negative Entwicklungen zu vermeiden oder umzukehren, wurde ab dem Ende der 70er Jahre in einigen größeren deutschen Hochmoorresten mit Renaturierungsmaßnahmen begonnen (zum Beispiel SCHMATZLER 1982; BOHN 1989; SMART et alii 1989; STROHWASSER 1994; DANIELS & HALLEN 1996). Auch der mit dem Europadiplom für Naturschutzgebiete ausgezeichnete etwa 17 km² große Moorkomplex Wurzacher Ried (Landkreis Ravensburg) wurde 1987 als Naturschutzgroßprojekt in ein Bundesprogramm aufgenommen (BLAB et alii 1991; KRACHT et alii 1991) und entsprechende Renaturierungsmaßnahmen konzipiert. Einen Schwerpunkt bildeten dabei die Wiedervernässungsmaßnahmen im sogenannten „Haidgauer Torfstichgebiet“, einem durch industriellen Torfabbau gestörten Bereich, der laut KAULE (1974) weiträumigsten, weitgehend intakten Hochmoorfläche Mitteleuropas. Im Rahmen einer Erfolgskontrolle (KÖHLER et alii 1994) wurden im Haidgauer Torfstichgebiet Untersuchungen zur Limnochemie (JANSEN 1999), Vegetationskunde (SCHUCKERT et alii 1994), epigäischen Arthropoden (JANSEN & RAHMANN 1994; JANSEN 1988a, b) und Libellenimagines (KÖNIG 1992; JANSEN & RAHMANN 1994; JANSEN et alii 1997) durchgeführt.

Bedingt durch ihren stichprobenartigen Charakter und die Vielzahl von Parametern mit ihren zum Teil synergistischen Wirkungen auf Organismen, erlauben limnochemische Untersuchungen allein nur eine begrenzte Aussage über Veränderungen des aquatischen Lebensraums (BESCH 1992). Demgegenüber indizieren aquatische Makroinvertebraten Veränderungen in physikalisch/chemischen (BESCH 1992; ROSENBERG & RESCH 1993) als auch morphologisch-strukturellen (BÖTTGER & PÖPPERL 1990) Bedingungen ihres Lebensraums in sowohl mittel- wie langfristig integrierender Weise (HELLAWELL 1978). Innerhalb der aquatischen Makroinvertebraten sind die holoaquatischen Coleopteren speziell für die Indikation hochmoortypischer Lebensbedingungen geeignet, da sich unter ihnen eine Reihe von Hochmoorspezialisten findet (PEUS 1932; KOCH 1993), und diese Taxozönose relativ artenreiche und charakteristische Moorzönosen bildet (PEUS 1932; DETTNER 1976; EYRE & FOSTER 1989; HEBAUER 1994).

Obwohl das Artenvorkommen von Wasserkäfern, als einer der wenigen Tiergruppen des Moorkomplexes, in weiten Bereichen des Wurzacher Riedes durch die umfangreichen Untersuchungen von LÖDERBUSCH (1989) sowie die auf Teilgebiete beschränkten Arbeiten von PEISSNER (1986), KOCH (1989) und LANG (1990) schon vor Beginn der Renaturierungsmaßnahmen relativ gut untersucht war, lagen zu den Gewässern des Haidgauer Torfstichgebiets kaum entsprechende Daten vor. Lediglich der Wasser/Land-Übergangsbereich zweier Torfstiche (LANG 1990) sowie der Torfwerkskanal und die Haidgauer Ach (LÖDERBUSCH 1989) waren zwischen 1984 und 1989 untersucht worden. Somit bestand ein wesentliches Ziel dieser Untersuchung in der Erfassung des Käfer-Arteninventars von Oberflächengewässern des

Haidgauer Torfstichgebiets, so daß eine entsprechende Grundaufnahme vorlag. Darüber hinaus sollte unter Einbeziehung der Dominanzverhältnisse innerhalb der Arten festgestellt werden, in wie weit (noch) hochmoortypische Lebensbedingungen für Wasserkäfer vorliegen, und welche Beziehungen zwischen abiotischen Standortfaktoren und dem Artenvorkommen der entsprechenden Gewässer bestehen.

2. Material, Methoden und Danksagung

2.1. Material und Methoden

Im Haidgauer Torfstichgebiet wurden zwischen 1991 und 1993 insgesamt 11 Gewässer (Abb.1) auf ihre Coleopterenfauna untersucht. Dabei wurden die Gewässer so ausgewählt, daß alle im Gebiet auftretenden Gewässertypen – charakterisiert durch Wasserchemismus, Größe, Struktur, Fließgeschwindigkeit und Beschattungsgrad – mit mindestens einem Vertreter repräsentiert waren. Da natürliche Schlenken mit wenigstens zeitweiser offener Wasserfläche auch im Gebiet des „intakten“ Haidgauer Hochmoorschilds kaum noch zu finden sind, wurde als sogenanntes Hochmoor-Referenzgewässer die schlenkenartige Erweiterung des weitgehend „verlandeten“ Grabens 11 ausgewählt. Sowohl die Gewässer innerhalb der Torfstiche und die Entwässerungsgräben als auch die Probenahmestellen an den Fließgewässern wurden hinsichtlich ihrer Größe und der Ausdehnung vorhandener Pflanzenbestände vermessen, ein Tiefenprofil erstellt, und die bestandsbildende Vegetation in und am Gewässer mit ihren jeweiligen Deckungsgraden kartiert. Der Wasserchemismus aller Untersuchungsgewässer wurde regelmäßig erhoben und zusätzlich wurden am Torfstich 7 zwischen Mai und Oktober 1991 monatlich vertikale Temperaturprofile im Tagesverlauf erstellt. Dazu wurden zwischen 5:30 und 22:00 Uhr die Lufttemperatur sowie die Wassertemperaturen im Bereich von flutenden *Sphagnum*-Beständen von der Oberfläche (1 cm) bis in 70 cm Tiefe in 10 cm-Abständen elektrometrisch gemessen (Firma WTW, LF 191).

Nach Voruntersuchungen im Jahr 1991 am Torfstich 7, die Larvalfänge miteinschlossen und zur Erfassung günstiger Probenahmezeiträume dienten, wurden zwischen April 1992 und Oktober 1993 alle Untersuchungsgewässer 6–8 mal auf Käfer-Imagines beprobt. Dazu wurden während jeweils etwa 40 Personenminuten die offene Wasserfläche und das Substrat des Gewässerrandes und -bodens mit Keschern und Handnetzen von 250 µm Maschenweite abgesucht sowie Handabsammlungen durchgeführt. Für eine Abschätzung der relativen Abundanzen wurden alle im Sammelzeitraum gefangenen, und im Feld nicht bestimmbar Individuen einbehalten und in einer Tötungsflüssigkeit [5 % Ethylacetat, 30 % Ethanol (70 %), 5 % Essigsäure (100 %), 60 % Aqua dest.] überführt. Die auf ähnliche Weise im Rahmen einer Untersuchung der biologischen Gewässergüte im Oktober 1992 an den Probestellen des Torfwerkskanals und der Haidgauer Ach durch JANSEN & KAPPUS (1993) erhobenen Daten wurden hinsichtlich der Käferfauna ausgewertet. Neben diesen qualitativen und semi-quantitativen Untersuchungen wurde am Torfstich 7 zwischen 1991 und 1993 flutendes *Sphagnum cuspidatum* quantitativ auf seine Käferfauna beprobt. Für die meisten Stehgewässer war dies das dominante Pflanzensubstrat. Dazu wurden mehrmals pro Jahr 400–700 ml große *Sphagnum*-„Portionen“ mit einem Keschel unmittelbar in einen Plastikbehälter überführt, mit Formol konserviert und im Labor ausgelesen. Anschließend wurde das pflanzliche Substrat bei 60 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Als dritte Untersuchungsmethode zur Bestimmung des Arteninventars wurden die im Umfeld der Gewässer Graben 11 bis Torfstich 6 während der Jahre 1992–1994 ausgebrachten Bodenfallen (JANSEN 1998a, b) auf das Auftreten aquatischer Arten ausgewertet.

2.2. Datenauswertung

Zum Vergleich der Käferzönosen der einzelnen Gewässer wurde der Index nach SØRENSEN 1948; zitiert in SPELLENBERG 1991) benutzt: Dieser Index (I) berechnet sich als die (mit 2 multiplizierte) Anzahl der zwei (Faunen)Gemeinschaften gemeinsamen Arten (g) bezogen auf die Summe der Artenzahl aus jeder der beiden (a und b) Gemeinschaften ($I = 2g/[a+b]$). Er stellt damit eine anschauliche Darstellung der artenmäßigen Ähnlichkeit zweier Standorte oder auch desselben Standorts zu unterschiedlichen Zeitpunkten dar. Zur Klassifikation der Käferzönosen aller Gewässer auf Basis der einzelnen SØRENSEN-Indices, wurde eine Clusteranaly-

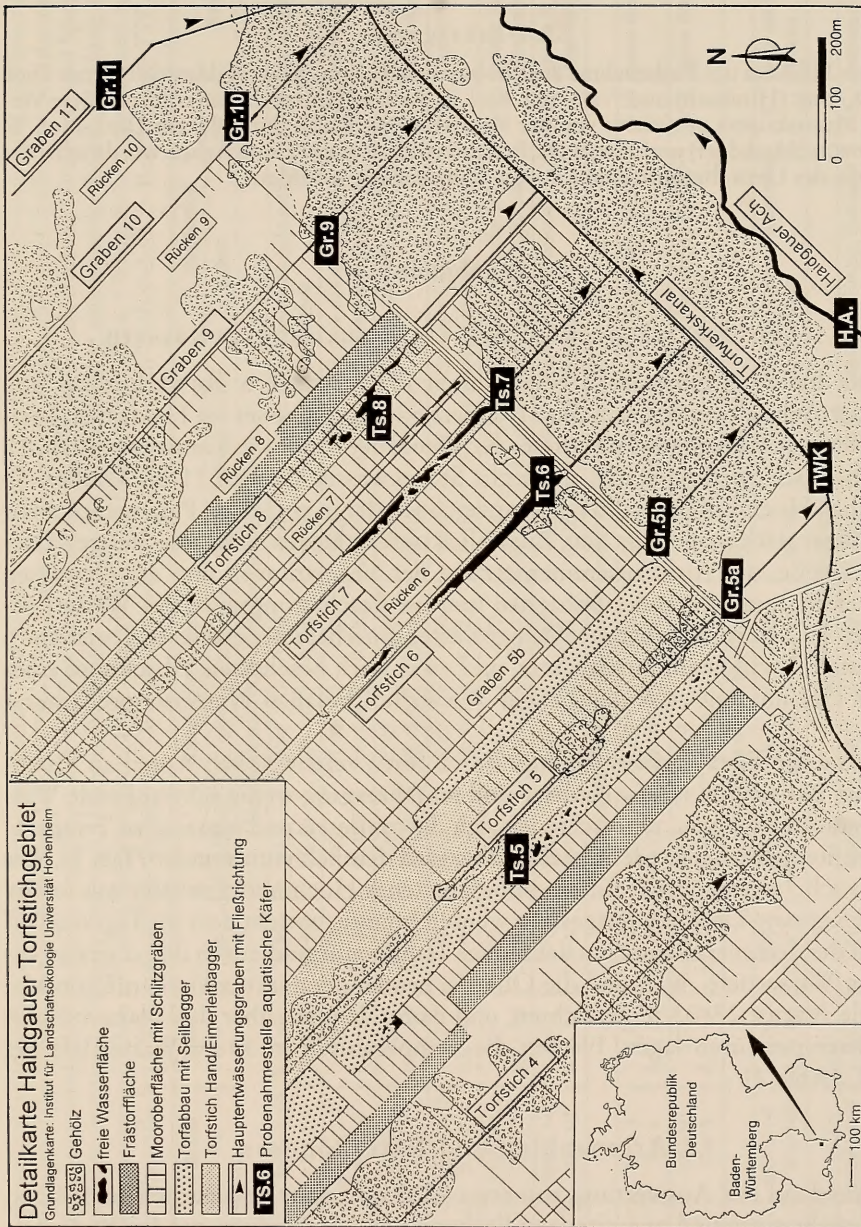


Abb. 1. Detaillkarte des Haidgauer Torfstichgebiets im Wurzacher Ried. Lage der Probenahmestellen für aquatische Käfer sowie Torfstichrücken (Rücken) mit Barberfallen-Transsekten sind bezeichnet.

se nach der Methode von MOUNTFORD (1962, zitiert in SPELLENBERG 1991) durchgeführt. Zur Berechnung von Dominanzkategorien der Individuenhäufigkeiten wurde eine logarithmische Einstufung nach ENGELMANN (1978) vorgenommen, wobei zwischen subrezendenten (<1 % Aktivitätsdichte), rezendenten (1,0–3,19 %), subdominanten (3,20–9,99 %), dominanten (10,0–31,99 %) und eudominanten (≥ 32 %) Arten unterschieden wurde.

2.3. Danksagung

Für ihre Hilfe bei der Probenahme danken wir Frau P. FOK, M.Sc. (Filderstadt), Frau Dipl. Biol. A. KÖNIG (Himbach) und Frau Dipl. Biol. A. BUTKE (Holzgerlingen). Eine frühere Version des Manuskriptes profitierte von der konstruktiven Kritik durch Herrn Dipl.-Biol. W. LÖDERBUSCH (Markdorf) und Herrn Dr. B. KAPPUS (Stuttgart). Diese Arbeit wurde teilweise aus Mitteln des Umweltministeriums Baden-Württemberg gefördert.

3. Ergebnisse

3.1. Standortfaktoren an den Untersuchungsgewässern

Neben den zwei mineralisch beeinflussten Fließgewässern Torwerkskanal und Haidgauer Ach unterteilen sich die 11 Untersuchungsgewässer im Haidgauer Torfstichgebiet in neun Stehgewässer dreier verschiedener Moorzonationstypen (Tab. 1). Limnochemisch gesehen waren die sechs Stehgewässer Graben 11 bis Graben 5b durch einen Hochmoorcharakter gekennzeichnet, der in einzelnen Parametern mehr oder weniger stark ausgeprägt war. Zusätzlich unterschieden sich diese Stehgewässer in ihrer Größe, der Artenzusammensetzung der Vegetation in und am Gewässer, dem Deckungsgrad flutender Sphagnen und im Beschattungsgrad des Wasserkörpers (Tab. 1). Zwei unbeschattete Kleingewässer innerhalb der größeren Torfstiche 5 und 8 hatten Zwischenmoorcharakter, und zwei stark beschattete Abschnitte eines Grabens (5a) mit zeitweise deutlichem Wasserfluß besaßen Niedermoorcharakter (Tab. 1).

Während die Fließgewässer bedingt durch ihren relativ hohen Anteil an Quellwasser am Basisabfluß relativ niedrige und im Jahresgang wenig schwankende Wassertemperaturen zeigten, unterschieden sich die mittleren und maximalen Temperaturen der Stehgewässer je nach Beschattungsgrad deutlich voneinander (Tab. 1). Wie am Torfstich 7 exemplarisch für ein unbeschattetes Hochmoorgewässer mit relativ hoher *Sphagnum*-Deckung festgestellt werden konnte, besteht dort im Tagesverlauf während der Sommermonate ein deutlicher Temperaturgradient in den obersten etwa 30 cm Wassertiefe. Während die Oberflächentemperaturen zwischen Ende Mai und Ende August 27–33 °C erreichten, und damit deutlich über den vorherrschenden Lufttemperaturen lagen, blieben die Temperaturen in 30 cm Wassertiefe bei 12–20 °C (Abb. 2).

3.2. Artenzahlen und Käferzönosen

Basierend auf der Auswertung von etwa 1200 im Labor bestimmten Individuen aus den qualitativen und quantitativen Proben und 92 Individuen aus den Bodenfallen, konnten für das Haidgauer Torfstichgebiet insgesamt 66 Wasserkäferarten aus sieben Familien nachgewiesen werden (Tab. 2). Darunter befanden sich mit den Dytisciden *Graphoderus cinereus*, *Ilybius subaeneus* und *Oreodytes sanmarki*, den Elmiden *Elmis aenea*, *Esolus parallelepidus* und *Limnius perrisi*, dem Hydraeniden

Tab. 1. Zusammenfassung morphometrischer, limnochemischer und vegetationskundlicher Daten der 11 Untersuchungsgewässer im Haidgauer Torfstichgebiet des Wurzacher Riedes in den Jahren 1991–1993. Unter *Größe* ist die Gesamtgröße des Gewässers sowie darunter jeweils die Größe des untersuchten Abschnitts angegeben. Für die *Tiefe* und die *wasserchemischen Parameter* sind Mittelwert und Spannweite angegeben. *Pflanzenarten* (im Wasser und vom Ufer aus ins Wasser ragend) sind in Reihenfolge abnehmender Bestandsbildung angegeben; für die Stehgewässer beziehen sich die Deckungsgrade (*DG*) ausschließlich auf flutende Sphagnen. ^a Weitgehend zugewachsen, keine durchgehende Wasserfläche; ^b Wasserstand über Sphagnen; ^c Wasserchemismus wurde am Graben 7 erhoben; *B.* = Beschattung; *TST* = Torfstich.

Gewässer	Größe (m)	Tiefe (m)	Wasserchemismus					Vegetation		Beschattung
			pH	LF (µS/cm)	Ca ²⁺ (ppm)	Ext (1/cm)	O ₂ (%)	Temp (°C)	Arten	
Stehgewässer mit Hochmoorcharakter (ombrotroph)										
Graben 11	400 x 0,5 ^a 1,5 x 1,0	0,3 ^b 0 - 0,5	3,90 3,6-4,2	41,2 27- 83	0,92 0,3- 2,0	1,22 0,8-1,6	60,3 14- 98	10,3 0,4-22,0	Sphagnen, <i>Eriophorum</i> , <i>Andromeda</i>	80-100 keine Beschattung
Graben 10	550 x 1-3 8 x 1-3	0,6 0,2 - 1,0	3,66 3,4-3,9	75,6 48-123	1,56 0,6- 6,3	1,89 0,7-2,7	69,1 33-102	8,7 0,3-18,1	<i>Molinia</i> , Sphagnen, <i>Eriophorum</i> , Fadenalgen	10-20 starke B. am Ostufer
Graben 9	525 x 1 10 x 1	0,8 0,6 - 1,2	3,66 3,3-4,0	77,5 49-146	1,45 0,8- 2,0	2,42 1,0-3,8	58,2 24-102	10,5 1,2-21,9	<i>Calluna</i> , <i>Molinia</i> , Sphagnen	0-10 leichte B. durch einzelne Spirken
TST/Graben 7 ^c	1150 x 2-15 50 x 2-3	0,7 0,2 - 1,1	3,89 3,4-4,3	47,3 32- 77	2,03 1,2- 3,1	1,90 1,1-2,7	63,8 30-100	12,6 0,3-28,8	Sphagnen, <i>Molinia</i> , <i>Calluna</i> , <i>Eriophorum</i> , <i>Pinus</i>	30-50 Graben stark beschattet
Torstich 6	1150 x 15 40 x 3	0,7 0,2 - 1,2	3,79 3,3-4,2	53,8 39- 80	1,64 1,1- 2,3	1,97 1,0-2,9	96,3 59-185	14,5 0,2-31,9	Sphagnen, <i>Eriophorum</i> , <i>Calluna</i> , <i>Molinia</i> , <i>Betula</i>	40-60 leichte randliche B. durch einzelne Bäume
Graben 5b	300 x 1-2 10 x 1-2	0,4 0,1 - 1,0	3,73 3,3-4,1	66,8 42-115	2,38 1,2- 4,3	2,58 0,9-4,9	50,7 11-102	10,6 0,6-19,3	Sphagnen, <i>Vaccinium</i> , <i>Betula</i> , <i>Pinus</i>	40-80 starke B. des südlichen Abschnitts
Stehgewässer mit Zwischenmoorcharakter (ombrominerotroph)										
Torstich 8	10 x 5 8 x 4	0,4 0,2 - 0,7	5,34 3,6-7,3	60,7 29-139	12,3 2,8- 22,4	1,88 1,3-2,4	69,3 41-100	13,6 0,8-28,8	<i>Carex</i> , Sphagnen, <i>Calluna</i>	5-10 keine Beschattung
Torstich 5	12 x 10 10 x 3	0,7 0,3 - 1,4	6,18 5,4-6,6	63,4 31-104	13,3 8,0- 20,2	1,48 0,8-2,4	59,4 14-112	13,8 0,4-28,0	<i>Carex</i> , <i>Vaccinium</i> , Sphagnen, Totholz	5-15 keine Beschattung
Stehgewässer mit Niedermoorcharakter (minerotroph)										
Graben 5a	250 x 1-2 8 x 1-2	0,3 0,1 - 0,5	6,98 6,1-7,5	227,7 49-405	36,2 19,0- 62,3	1,09 0,5-2,7	59,7 18- 95	9,1 0,2-17,7	<i>Molinia</i> , <i>Carex</i> , <i>Phragmites</i> , <i>Salix</i> , <i>Alnus</i>	5 sehr starke B. durch Bäume
Fließgewässer (minerotroph)										
Tortwerkskanal	2500 x 4-5 30 x 4-5	0,7 0,5 - 1,2	7,51 6,4-7,9	502,8 238-626	66,3 40,2-105,6	0,37 0,1-1,5	80,9 57- 97	9,0 2,2-16,8	<i>Mentha</i> , Totholz; Sohlsubstrat Torf	15 teilweise starke B. durch Brücke
Haidgauer Ach	2600 x 2-9 40 x 3-5	0,7 0,3 - 1,3	7,62 6,6-7,9	608,6 380-639	71,4 41,3-108,7	0,07 <0,1-0,5	92,6 64-111	10,1 4,4-17,4	<i>Phragmites</i> , <i>Nuphar</i> , Totholz, <i>Salix</i> ; 10% Steine	10 teilweise sehr starke B. durch Brücke & Bäume

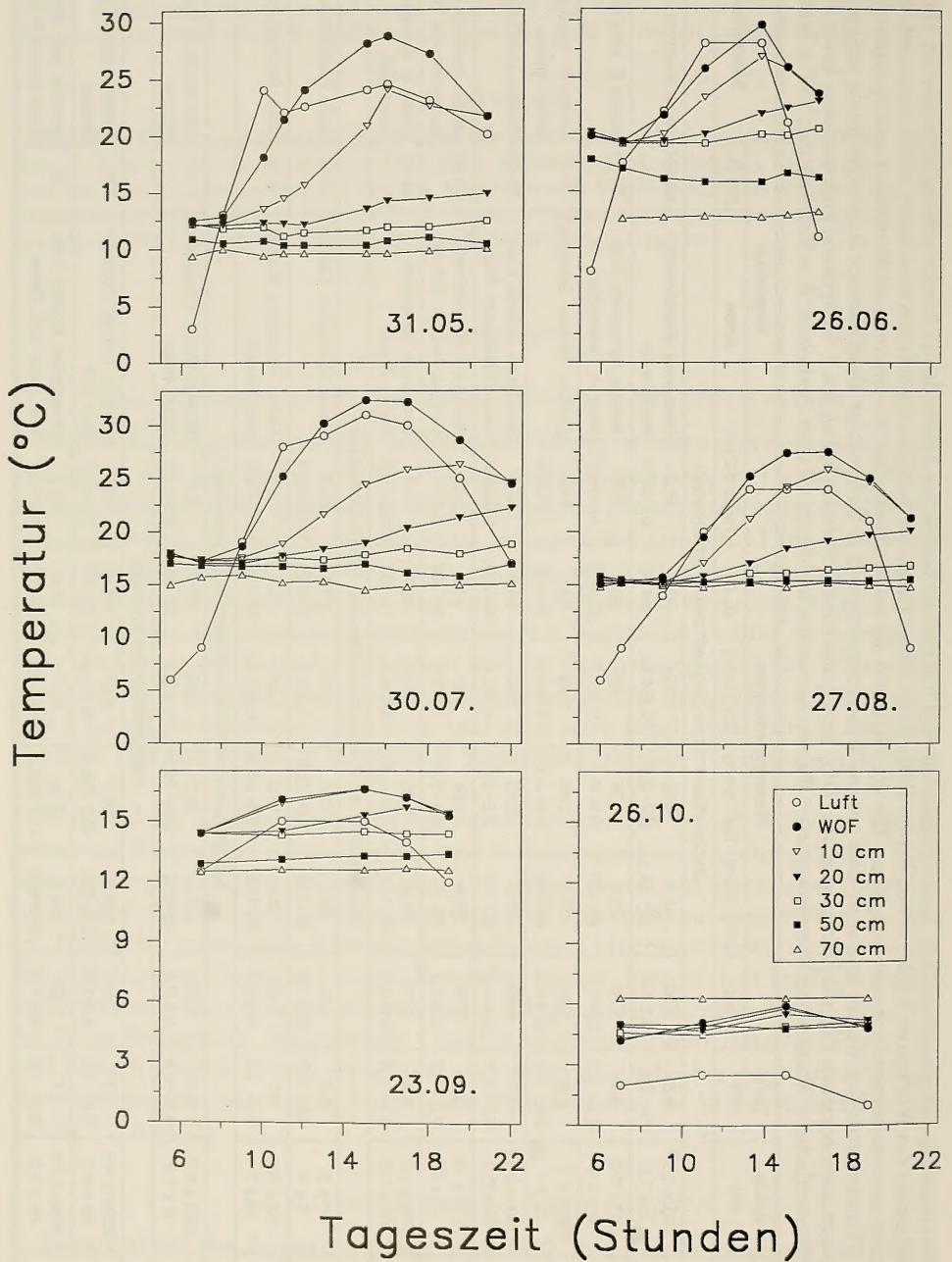


Abb. 2. Tagesverlauf der Lufttemperatur (*Luft*) und der Wassertemperatur an der Oberfläche (*WOF*) sowie fünf verschiedenen Wassertiefen zwischen 10 cm und 70 cm am Übergang des Torfstichs 7 zum Graben 7 zwischen Mai und Oktober 1991.

Tab. 2.

Ökologischer Abspruchstyp (ÖAT) und Moorbinding (MoorB) der im Haidgauer Torfstichgebiet nachgewiesenen Wasserkäfer; für Familienkürzel (Fam) siehe Tab. 3. Einteilung in ÖAT erfolgte nach HEBAUER (1994): *a* = Art nicht berücksichtigt; *AuG* = acidotolerante Arten detritusreicher Auengewässer; *BuA* = rheotolerante Arten schattiger Ufer mit makrophyten-Bewuchs; *BuB* = wie *BuA*, aber mit steinigem Substrat; *DSt* = Arten detritusreicher, besonnter Stehgewässer mit Schlammgrund; *EuCG* = algophile Arten eutropher, sonniger Carbonatgewässer; *FSt* = saprophile Arten sauerstoffarmer Stehgewässer; *GSt* = Arten größerer, nährstoffreicher Stehgewässer mit emergenter Vegetation; *KFG* = rheo-, polyoxibionte Arten kühler Fließgewässer mit steinigem Substrat; *OQ* = krenophile-krenobionte Arten oligotropher Quellwassers geringer Strömung; *SA* = semi-aquatische, ubiquitäre Arten; *SAS* = semi-aquatische Arten, oft in Sphagnen; *SFM* = acidophil-le Arten besonnter Flachmoorgewässer; *SMG* = Arten saurer, kühler Moorgewässer; *SSMG* = Arten sauerster, kühler aber besonnter Moorgewässer mit Sphagnen; *SWG* = Arten sauer-dystropher, kühler Waldtümpel ohne Makrophytenbewuchs; *TWF* = Arten flacher, stark besonnter, temporärer Wasserflächen; *WWZ* = amphibische Arten besonnter, detritusreicher Wasserwechselzonen; *TB* = tyrphobiont, *TP* = tyrphophil, *C* = für Hochmoore charakteristisch, *B* = in Hochmooren häufiger nachgewiesen; *Moorarten* (TB, TP, C) in Fettdruck.

A r t	Fam	ÖAT	MoorB	A r t	Fam	ÖAT	MoorB
<i>Acilius sulcatus</i> (LINNE 1758)	Dyt	DSt	C (B)	<i>Helophorus obscurus</i> (MÜLLER 1767)	Hyl	WWZ	B
<i>Agabus affinis</i> (PAYKULL 1798)	Dyt	SSMG	TB	<i>Helophorus aquaticus</i> (LINNE 1758)	Hyn	WWZ	-
<i>Agabus bipustulatus</i> (LINNE 1767)	Dyt	DSt	-	<i>Hydaticus seminiger</i> (DE GEER 1774)	Dyt	DSt	B
<i>Agabus paludosus</i> (AUBE 1836)	Dyt	SWG	C (TP)	<i>Hydraena gracilis</i> (GERMAR 1824)	Hyn	KFG	-
<i>Agabus melanarius</i> (FABRICIUS 1801)	Dyt	BuA	-	<i>Hydraena melas</i> (DALLA TORRE 1877)	Hyn	SWG	-
<i>Agabus sturmi</i> (GYLLENHAL 1808)	Dyt	DSt	B (C)	<i>Hydrobius fuscipes</i> (LINNE 1758)	Hyl	DSt	B
<i>Agabus undulatus</i> (SCHRANK 1776)	Dyt	AuG	-	<i>Hydrobius angustatus</i> (STURM 1835)	Dyt	SFM, SWG	TP
<i>Anacaena globulus</i> (PAYKULL 1798)	Hyl	OQ	-	<i>Hydrobius erythrocephalus</i> (LINNE 1758)	Dyt	SFM	C (TP)
<i>Anacaena lutescens</i> (STEPHENS 1829)	Hyl	DSt, WWZ	-	<i>Hydrobius incognitus</i> (SHARP 1869)	Dyt	SFM	C (TP)
<i>Cerayon analis</i> (PAYKULL 1798)	Hyl	SA ^a	-	<i>Hydrobius melanarius</i> (STURM 1835)	Dyt	SMG	TP (TB)
<i>Cerayon lateralis</i> (MARSHAM 1802)	Hyl	SA ^a	-	<i>Hydrobius memnonius</i> (NICOLAI 1825)	Dyt	SWG	TP
<i>Cerayon pygmaeus</i> (ILLIGER 1801)	Hyl	SA ^a	-	<i>Hydrobius obscurus</i> (STURM 1835)	Dyt	SSMG	TB
<i>Cyphon kongsbergensis</i> (MUNSTER 1924)	Hel	SAS ^a	TB	<i>Hydrobius palustris</i> (LINNE 1761)	Dyt	DSt	B
<i>Cyphon padi</i> (LINNE 1758)	Hel	SAS ^a	C	<i>Hydrobius tristis</i> (PAYKULL 1798)	Dyt	SMG	TP
<i>Cyphon palustris</i> (THOMSON 1855)	Hel	SA ^a	B	<i>Hydrobius umbrosus</i> (GYLLENHAL 1808)	Dyt	SWG	C (TP)
<i>Cyphon punctipennis</i> (SHARP 1873)	Hel	SAS ^a	TP	<i>Hydrobius inaequalis</i> (FABRICIUS 1774)	Dyt	DSt	B
<i>Cyphon pubescens</i> (FABRICIUS 1775)	Hel	SA ^a	B	<i>Hyphydrus ovatus</i> (LINNE 1761)	Dyt	AuG	B
<i>Cyphon variabilis</i> (THUNBERG 1787)	Hel	SAS ^a	B	<i>Ilybius aeneus</i> (THOMSON 1870)	Dyt	SSMG	TB
<i>Dytiscus marginalis</i> (LINNE 1758)	Dyt	GSt	B	<i>Ilybius fenestratus</i> (FABRICIUS 1781)	Dyt	GSt	B
<i>Elmis aenea</i> (MÜLLER 1806)	Elm	KFG	-	<i>Ilybius fuliginosus</i> (FABRICIUS 1792)	Dyt	FSt	B
<i>Elmis maugetii</i> (LATREILLE 1798)	Elm	KFG	-	<i>Ilybius guttiger</i> (GYLLENHAL 1808)	Dyt	SFM	C (TP)
<i>Enochrus affinis</i> (THUNBERG 1794)	Elm	SMG	TP	<i>Ilybius subaeneus</i> (ERICHSON 1837)	Dyt	? ^a	-
<i>Enochrus coarctatus</i> (GREDLER 1863)	Hyl	SMG	TP	<i>Laccophilus bipunctatus</i> (FABRICIUS 1775)	Hyl	SFM	-
<i>Enochrus ochropterus</i> (MARSHAM 1802)	Hyl	SMG	TP	<i>Laccophilus minutus</i> (LINNE 1758)	Hyl	DSt	B
<i>Esolus parallelepis</i> (MÜLLER 1806)	Elm	KFG	-	<i>Limnius persi</i> (DUFOUT 1843)	Elm	KFG	-
<i>Graphoderus cinereus</i> (LINNE 1758)	Dyt	TWF	-	<i>Limnius volckmari</i> (PANZER 1793)	Elm	SWG	-
<i>Graphoderus granularis</i> (LINNE 1767)	Dyt	SFM, SWG	C (TP)	<i>Nartus grapel</i> (GYLLENHAL 1808)	Dyt	SWG	TP
<i>Graphodrytes pictus</i> (FABRICIUS 1787)	Dyt	AuG, BuB	-	<i>Noterus crassicornis</i> (MÜLLER 1776)	Dyt	DSt	B
<i>Guignotus pusillus</i> (FABRICIUS 1781)	Dyt	? ^a	-	<i>Oreochilus villosus</i> (MÜLLER 1776)	Gyr	BuA	-
<i>Gyrinus substriatus</i> (STEPHENS 1828)	Gyr	BuA, AuG ^a	B	<i>Oreodytes sammarci</i> (SAHLBERG 1826)	Dyt	KFG	-
<i>Helophilus fluviatilis</i> (AUBE 1836)	Hal	BuA	B	<i>Platambus maculatus</i> (LINNE 1758)	Dyt	BuA, b	B
<i>Helophilus heydeni</i> (WEHNCKE 1875)	Hal	SFM	B	<i>Phantus exoletus</i> (FORSTER 1771)	Dyt	TWF	B
<i>Helophilus ruficollis</i> (DE GEER 1774)	Hal	EuCG	-	<i>Phantus suturellus</i> (HARRIS 1828)	Dyt	SSMG	TB

Hydraena gracilis, dem Helodiden *Cyphon palustris* sowie den Hydrophiliden *Cercyon lateralis* und *Cercyon pygmaeus* 10 Arten, die erstmalig für das Wurzacher Ried nachgewiesen werden konnten. Die beiden letztgenannten Arten, sowie der congenerische *Cercyon analis*, die Helodiden *Cyphon kongsbergensis*, *C. pubescens* und *C. punctipennis*, und der Dytiscide *Rhantus suturellus*, also sieben der insgesamt 17 in den Bodenfallen nachgewiesenen Arten (Tab. 3), konnten mit den anderen eingesetzten Methoden nicht gefangen werden. Mit 18 der in den Gewässern sowie vier der ausschließlich in den Bodenfallen gefangenen Arten wurde ein Drittel aller Käfer nur mit maximal zwei Individuen nachgewiesen. Diese Arten werden im weiteren als „Zufallsfunde“ bezeichnet. Mit 36 Vertretern gehörten die mit Abstand meisten nachgewiesenen Arten der Familie Dytiscidae an, gefolgt von den Hydrophiliden mit 11 Arten. Alle anderen Familien trugen zwischen zwei (Gyrinidae) und sechs (Helodidae) Arten zur aquatischen Käferfauna des Haidgauer Torfstichgebiets bei (Tab. 2).

Hinsichtlich der in den einzelnen Gewässern nachgewiesenen Käferarten ergaben sich teilweise deutliche Unterschiede (Tab. 4). Innerhalb der Stehgewässer ließen sich diese Differenzen mit der Größe und der Strukturvielfalt der Gewässer korrelieren. So boten die großflächig gefluteten Torfstiche 7 und 6 mit ihren Abflußgräben und Zonen geringer wie auch starker *Sphagnum*-Deckung Lebensraum für 30 und 22 Arten, während in allen anderen Gewässern maximal 17 Arten nachgewiesen wurden (Tab. 4). Der quantitative Unterschied zwischen den beiden großen Torfsti-

Tab. 3. Anzahl „aquatischer“ Käferarten aus Bodenfallen auf den Torfstichrücken (Rü) 6–10 des Haidgauer Torfstichgebiets (siehe Abb. 1). Angegeben ist die Summe adulter Individuen, die in jeweils 4–6 Fallen zwischen März/April und Oktober 1992–1994 gefangen wurde. Familienkürzel: *Dyt* = Dytiscidae, *Hyl* = Hydrophilidae, *Hel* = Helodidae, *Elm* = Elmidae, *Gyr* = Gyrinidae, *Hal* = Haliplidae, *Hyn* = Hydraenidae.

A r t	Familie	Rü 10	Rü 9	Rü 8	Rü 7	Rü 6	Summe
<i>Agabus bipustulatus</i>	Dyt	1	-	-	-	-	1
<i>Agabus melanarius</i>	Dyt	-	-	1	1	1	3
<i>Anacaena lutescens</i>	Hyl	7	1	5	1	-	14
<i>Cercyon analis</i>	Hyl	-	-	1	-	-	1
<i>Cercyon lateralis</i>	Hyl	-	-	-	1	-	1
<i>Cercyon pygmaeus</i>	Hyl	-	-	-	1	-	1
<i>Cyphon kongsbergensis</i>	Hel	-	2	12	7	3	24
<i>Cyphon padi</i>	Hel	1	-	1	-	-	2
<i>Cyphon pubescens</i>	Hel	-	-	1	1	-	2
<i>Cyphon punctipennis</i>	Hel	1	4	-	1	-	6
<i>Cyphon variabilis</i>	Hel	-	-	-	-	1	1
<i>Elmis aenea</i>	Elm	-	-	-	1	-	1
<i>Enochrus affinis</i>	Hyl	16	1	5	-	-	22
<i>Hydroporus melanarius</i>	Dyt	-	2	1	-	-	3
<i>Hydroporus palustris</i>	Dyt	-	-	1	-	-	1
<i>Ilybius aenescens</i>	Dyt	4	-	1	1	-	6
<i>Rhantus suturellus</i>	Dyt	-	-	2	1	-	3
Summe		30	10	31	16	5	92

Tab. 4. Vorkommen aquatischer Käfer in 11 Gewässern des Haidgauer Torfstichgebiets (siehe Abb. 1); *Gr* = Graben, *TS* = Torfstich, *TWK* = Torfwerkskanal, *HA* = Haidgauer Ach; ● = in allen Untersuchungsjahren bei mehreren Probenahmen gefunden, ○ = in mehreren Untersuchungsjahren mit insgesamt $n \geq 3$ Individuen gefunden, x = mit insgesamt 1–2 Individuen gefunden; für Familienkürzel siehe Tab. 3.

A r t	Familie	Gr.11	Gr.10	Gr.9	TS 8	TS 7	TS 6	Gr.5b	Gr.5a	TS 5	TWK	HA
<i>Acilius sulcatus</i>	Dyt		●	x		●	●		x	○		
<i>Agabus affinis</i>	Dyt								x			
<i>Agabus bipustulatus</i>	Dyt		x			x		x				
<i>Agabus melanarius</i>	Dyt	x	x									
<i>Agabus paludosus</i>	Dyt								x			
<i>Agabus sturmi</i>	Dyt		●	○	○	●	●	○	x			
<i>Agabus undulatus</i>	Dyt								x			
<i>Anacaena globulus</i>	Hyl								x			
<i>Anacaena lutescens</i>	Hyl	x	○	x		x	○	●	●			
<i>Cyphon padi</i>	Hel				x	x						
<i>Cyphon palustris</i>	Hel				x	x						
<i>Cyphon variabilis</i>	Hel						x			○		
<i>Dytiscus marginalis</i>	Dyt		x			x	x					
<i>Elmis aenea</i>	Elm										x	●
<i>Elmis maugetii</i>	Elm					x		x			x	●
<i>Enochrus affinis</i>	Hyl	●	x	○	○	x		○		x		
<i>Enochrus coarctatus</i>	Hyl				x							
<i>Enochrus ochropterus</i>	Hyl					○	○			x		
<i>Esolus parallelepidus</i>	Elm											○
<i>Graphoderus cinereus</i>	Dyt									x		
<i>Graptodytes granularis</i>	Dyt					○	○		x			
<i>Graptodytes pictus</i>	Dyt					x	x		○	x	x	
<i>Guignotus pusillus</i>	Dyt		x	●	x	x	x	○		x		
<i>Gyrinus substriatus</i>	Gyr		●	●							○	
<i>Halipilus fluviatilis</i>	Hal									x		
<i>Halipilus heydeni</i>	Hal				x	x	x		○			
<i>Halipilus ruficollis</i>	Hal				x					○		
<i>Helochares obscurus</i>	Hyl			x		x	●	○		●		
<i>Helophorus aquaticus</i>	Hyn	x										
<i>Hydaticus seminiger</i>	Dyt		x			x	x		x			
<i>Hydraena gracilis</i>	Hyn											x
<i>Hydraena melas</i>	Hyn						x					
<i>Hydrobius fuscipes</i>	Hyl	x						x				
<i>Hydroporus angustatus</i>	Dyt		x									
<i>Hydroporus erythrocephalus</i>	Dyt		●	○	●	●	●	●		●		
<i>Hydroporus incognitus</i>	Dyt		x			x						
<i>Hydroporus melanarius</i>	Dyt				x							
<i>Hydroporus memnonius</i>	Dyt								x			
<i>Hydroporus obscurus</i>	Dyt	●	x		○	●	●	●		○		
<i>Hydroporus palustris</i>	Dyt					x	x	x	●	x		x
<i>Hydroporus tristis</i>	Dyt	x	x		x	x	x	○			x	
<i>Hydroporus umbrosus</i>	Dyt									x		
<i>Hygrotus inaequalis</i>	Dyt					x				●		
<i>Hyphydrus ovatus</i>	Dyt					●	○			x		
<i>Ilybius aenescens</i>	Dyt	●	x		○	○	○	●				
<i>Ilybius fenestratus</i>	Dyt					x						
<i>Ilybius fuliginosus</i>	Dyt					x	x				x	
<i>Ilybius guttiger</i>	Dyt								x			
<i>Ilybius subaeneus</i>	Dyt					x						
<i>Laccobius bipunctatus</i>	Hyl							x	x			
<i>Laccophilus minutus</i>	Dyt					x	○					
<i>Limnius perrisi</i>	Elm											○
<i>Limnius volckmari</i>	Elm											●
<i>Nartus grapei</i>	Dyt					x						
<i>Noterus crassicornis</i>	Dyt				x			x		●		
<i>Orectochilus villosus</i>	Gyr										x	●
<i>Oreodytes sanmarki</i>	Dyt										○	○
<i>Platambus maculatus</i>	Dyt								x		○	○
<i>Rhantus exsoletus</i>	Dyt	x	x		x	x	x					
Anzahl Arten (Gesamt n=59)		9	17	8	15	30	22	15	17	17	9	10

Tab. 5. Anzahl Imagines und Vorkommen von Larven (*L*, nur 1991) der zwischen 1991–1993 am Graben/Torfstich 7 des Haidgauer Torfstichgebiets bei qualitativen Probenahmen gefangener Käfer; *Dyt* = Dytiscidae, *Hyl* = Hydrophilidae, *Hel* = Helodidae, *Elm* = Elmidae, *Hal* = Haliplidae.

Art	Familie	1991	1992	1993
<i>Acilius sulcatus</i>	Dyt	9 (L)	4	5
<i>Agabus spec.</i>	Dyt	(L)		
<i>Agabus bipustulatus</i>	Dyt	2	-	-
<i>Agabus sturmi</i>	Dyt	8	3	4
<i>Anacaena lutescens</i>	Hyl	-	-	1
<i>Cyphon spec.</i>	Hel	(L)		
<i>Cyphon padi</i>	Hel	-	-	1
<i>Cyphon palustris</i>	Hel	-	-	1
<i>Dytiscus marginalis</i>	Dyt	2 (L)	1	-
<i>Elmis maugetii</i>	Elm	-	2	-
<i>Enochrus affinis</i>	Hyl	2	-	-
<i>Enochrus ochropterus</i>	Hyl	4	1	-
<i>Graptodytes granularis</i>	Dyt	5	-	2
<i>Graptodytes pictus</i>	Dyt	-	1	-
<i>Guignotus pusillus</i>	Dyt	1	1	-
<i>Haliphus heydeni</i>	Hal	-	1	1
<i>Helochaeres obscurus</i>	Hyl	2	-	-
<i>Hydaticus seminiger</i>	Dyt	1	-	-
<i>Hydroporus spec.</i>	Dyt	(L)		
<i>Hydroporus erythrocephalus</i>	Dyt	5	2	4
<i>Hydroporus obscurus</i>	Dyt	8	13	2
<i>Hydroporus palustris</i>	Dyt	1	1	1
<i>Hydroporus tristis</i>	Dyt	1	-	-
<i>Hygrotus inaequalis</i>	Dyt	1	1	1
<i>Hphydrus spec.</i>	Dyt	(L)		
<i>Hyphydrus ovatus</i>	Dyt	13	3	1
<i>Ilybius aenescens</i>	Dyt	2	1	2
<i>Ilybius fenestratus</i>	Dyt	-	1	-
<i>Ilybius fuliginosus</i>	Dyt	1	-	-
<i>Ilybius subaeneus</i>	Dyt	2	-	-
<i>Laccophilus minutus</i>	Dyt	-	2	-
<i>Nartus grapei</i>	Dyt	1	-	-
<i>Rhantus spec.</i>	Dyt	(L)		
<i>Rhantus exsoletus</i>	Dyt	-	-	1
Anzahl Arten (Gesamt n=29)		20	16	14

chen relativiert sich zusätzlich, wenn man berücksichtigt, daß im Torfstich 7 sieben der in den qualitativen Proben (Tab. 5) und mit *Hydroporus incognitus* eine weitere Art aus den quantitativen Proben (Tab. 6) nur im Jahr 1991 gefunden wurden, das heißt zu einer Zeit, in der kein anderes Gewässer untersucht wurde. Mit 14–17 Arten waren die meist linearen, teilweise aber schlenkenartig erweiterten Entwässerungsgräben 10, 5b und 5a sowie die mittelgroßen und flächigen Gewässer innerhalb der Torfstiche 5 und 8 relativ artenreich. Diese Gewässer wiesen entweder flutende Sphagnum (10 und 5b) oder emergente Gräser (5a, 5, 8) als wesentliche Strukturele-

Tab. 6. Anzahl Käfer aus quantitativen Proben von flutendem *Sphagnum cuspidatum* am Torfstich 7 des Haidgauer Torfstichgebiets. Für jede Art ist die mittlere Anzahl von Imagines ($n = 2-4$ Proben) bezogen auf 10 g *Sphagnum* Trockenmasse angegeben. Ein Individuum von *Rhantus exoletus* wurde in einer Einzelprobe am 12.5.93 nachgewiesen.

Art	1991				1992					1993	
	2.7.	17.7.	1.8.	24.10.	18.3.	1.4.	25.4.	11.5.	17.9.	17.6.	18.8.
<i>Cyphon padi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,53	-
<i>Elmis maugetii</i>	-	-	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enochrus affinis</i>	-	-	-	-	-	-	0,71	-	-	-	-
<i>Enochrus ochropterus</i>	0,79	0,53	-	-	-	-	-	-	-	1,06	-
<i>Guignotus pusillus</i>	-	0,18	-	0,71	-	0,66	-	-	0,85	-	-
<i>Helochaeres obscurus</i>	0,32	-	-	-	-	-	0,71	-	-	-	-
<i>Hydroporus erythrocephalus</i>	-	-	-	-	-	0,66	-	-	0,85	0,53	-
<i>Hydroporus incognitus</i>	-	-	-	0,71	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydroporus obscurus</i>	2,70	0,89	2,00	0,71	0,80	2,67	5,71	1,94	10,16	1,58	2,47
<i>Hydroporus tristis</i>	-	-	-	-	1,20	-	-	-	-	-	-
<i>Hyphydrus ovatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,85	-	-
<i>Ilybius aenescens</i>	0,16	-	0,29	-	-	-	-	-	-	-	0,41
Summe Imagines	3,81	1,59	2,90	2,10	2,00	4,00	7,14	1,94	11,86	3,69	2,88
Summe Larven	22,22	9,95	1,81	0,71	0	0	0	2,59	1,69	0,53	1,64

mente auf (Tab. 1). Demgegenüber besaßen der schmale, nahezu von aquatischer Vegetation freie Graben 9 sowie das kleine, meist kaum offenes Wasser aufweisende Hochmoor-Referenzgewässer im Graben 11 mit 9 und 8 Arten die artenärmsten Käferzönosen (Tab. 4).

Die beiden Fließgewässer Torfwerkskanal und Haidgauer Ach boten mit 9 und 10 Käfern weniger Arten ein Habitat als die meisten Stehgewässer. Allerdings war die Artenzusammensetzung in den Fließgewässern bei allen Probenahmen deutlich konstanter als in den Stehgewässern, und es wurden meist mehr Individuen pro Art gefangen. Der Käferzönose des natürlichen Moorbachs Haidgauer Ach war durch das dominante Vorkommen der rheobionten Hakenkäfer *Elmis aenea*, *Elmis maugetii* und das rezedente und subrezedente Vorkommen von *Limnius volckmari* und *Limnius perrisi* geprägt. Für die 106 aus der Haidgauer Ach im Jahr 1992 genau bestimmten Hakenkäfer der vorgenannten vier Arten lag das Individuenverhältnis bei 10 : 4,5 : 1,7 : 0,5. Insgesamt betrug der Individuenanteil charakteristischer Fließwasserarten am Käferartenspektrum der Haidgauer Ach 92 % (Abb. 3). Demgegenüber war die Käferzönose des Torfwerkskanals mit ihren überwiegenden Anteilen anderer ökologischer Anspruchstypen deutlich heterogener (Abb. 3). So konnten die beiden *Limnius*-Arten im Torfwerkskanal überhaupt nicht und die beiden *Elmis*-Arten nur mit wenigen Individuen nachgewiesen werden. Demgegenüber waren Arten des bewegten, aber nicht unbedingt schnell strömenden Wassers wie *Orectochilus villosus* und *Platambus maculatus* (Tab. 1) im Torfwerkskanal häufiger anzutreffen als in der Haidgauer Ach (Abb. 3). Darüber hinaus kamen im Torfwerkskanal, wenn auch in durchweg geringen Individuenzahlen, mit *Ilybius fuligi-*

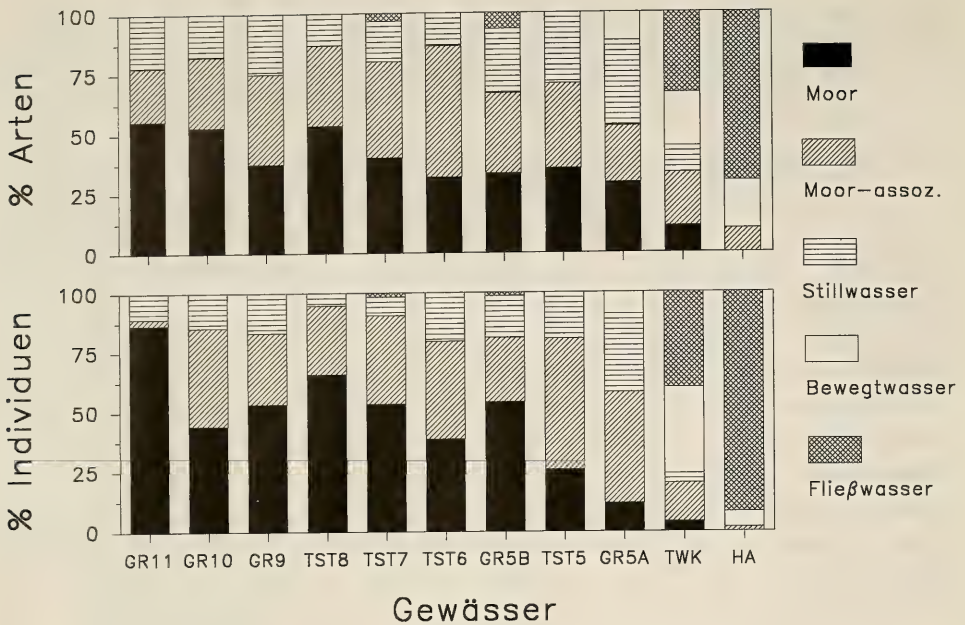


Abb. 3. Arten- und Individuen-Anteil von Moorarten (*Moor*; siehe Tab. 2), moorassoziierten Arten (*Moor-assoz.*; ökologischer Anspruchstyp B in Tab. 2), sonstige Stillwasserarten, Bewegtwasserarten (BUa,b in Tab. 2) und Fließwasserarten (KFG in Tab. 2) von Gräben (GR) und Torfstichen (TST) im Haidgauer Torfstichgebiet sowie dem Torfwerkskanal (TWK) und der Haidgauer Ach (HA).

nosus, *Graptodytes pictus* und *Gyrinus substriatus* einige eher euryöke und in den Stehgewässern des Haidgauer Torfstichgebiets häufiger auftretende Arten vor, die in der Ach nicht gefunden wurden.

Die Sonderstellung der Käferzönose beider Fließgewässer im Spektrum aller Untersuchungs-gewässer, sowie ihre nur mittlere Artenübereinstimmung untereinander, wurde auch über die Gewässerklassifizierung unter Anwendung des SØRENSEN-Index deutlich. Sowohl unter Berücksichtigung aller nachgewiesenen Arten als auch unter Vernachlässigung der Zufallsfunde, ließen sich dabei zwei Cluster deutlich voneinander abgrenzen: einmal die Stehgewässer mit Hoch- und Zwischenmoorcharakter (Cluster B in Abb. 4), zum anderen die Haidgauer Ach und der Torfwerkskanal sowie, wenn auch im Vergleich zu diesen mit deutlich geringerer Artenübereinstimmung, der Graben 5a (Cluster A in Abb. 4). Letzteres Gewässer war hinsichtlich seines Wasserchemismus ebenfalls minerotroph und zeigte auch, zumindest nach Regenereignissen, einen deutlichen Abfluß. Der Ähnlichkeitsindex für die Haidgauer Ach und den Torfwerkskanal lag bei 0,53 (Abb. 4). Demgegenüber besaßen die Torfstiche 6 und 7 mit 0,76 einen deutlich höheren Index und damit die höchste Artenübereinstimmung aller untersuchten Gewässer (Abb. 4). Interessanterweise zeigte der weitere Vergleich der Ähnlichkeitsindizes einige Muster, die von der rein limnochemischen Gewässerklassifizierung etwas abweichen. So waren die Käferzönosen der ombrominerotrophen Gewässer im Torfstich 5 und 8 denjenigen der ombrotrophen Torfstiche 6 und 7 am ähnlichsten. Ebenfalls wich der Graben 11,

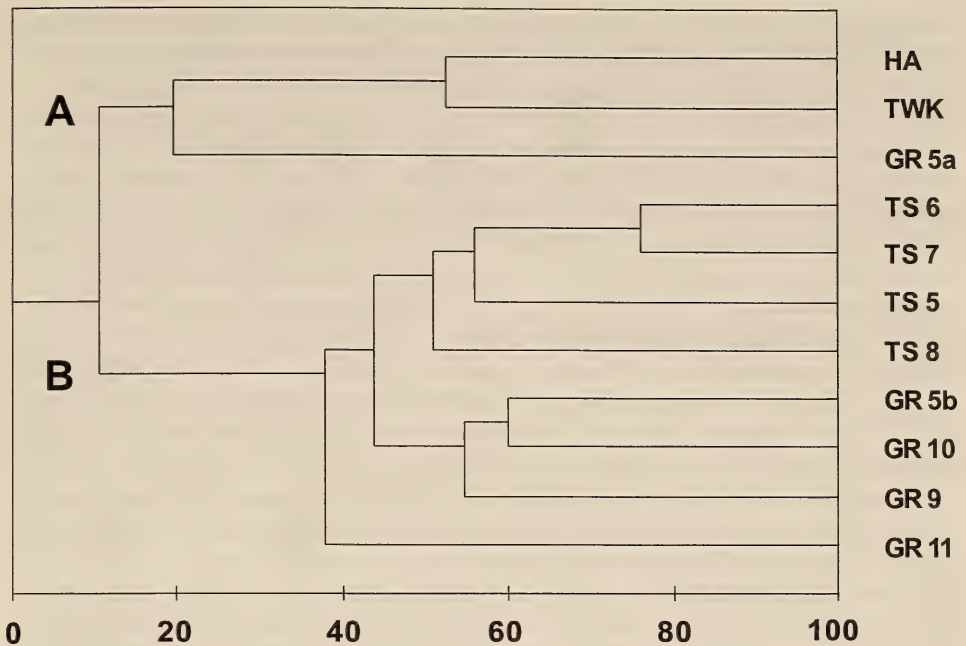


Abb. 4. Dendrogramm der SØRENSEN-Indices für die Käfer-Taxozönosen der 11 Untersuchungsgewässer des Haidgauer Torfstichgebietes. Daten der Jahre 1991 (nur Torfstich 7), 1992 und 1993 sind zusammengefaßt. – HA = Haidgauer Ach, TWK = Torfwerkskanal, GR = Graben, TS = Torfstich.

das heißt das Hochmoor-Referenzgewässer, in seinem Arteninventar von den übrigen Stehgewässern teilweise deutlich ab, wobei die Ähnlichkeit der Zönosen des Grabens 11 gegenüber denjenigen aller anderen ombrotrophen Gewässer nur 38 % betrug (Abb. 4). Im Graben 11 wurden unter den häufiger auftretenden Arten mit *Hydroporus obscurus*, *Ilybius aenescens* und *Enochus affinis* ausschließlich tyrphobionte oder tyrphophile Arten nachgewiesen (Tab. 4), und über 86 % aller nachgewiesenen Käfer gehörten zu den in Tabelle 2 gekennzeichneten Moorarten (Abb. 3). Bei den anderen Stehgewässern (ohne Gr. 5a) lag dieser Anteil zwischen 26 % und 66 % (Abb. 3), so daß insgesamt 51 % aller Individuen den 11 Moorarten zuzurechnen waren. Die im Vergleich zum Graben 11 überwiegend deutlich höheren Artenzahlen der anderen Hochmoorgewässer waren neben weiteren tyrphophilen Arten (meist der Gattung *Hydroporus*) auch durch einen mehr oder weniger hohen Anteil detrito- und acidophiler oder eher ubiquitärer Arten (zum Beispiel *Agabus sturmi*, *Anacaena lutescens*, *Guignotus pusillus*) bedingt (Abb. 3, Tab. 4).

3.3. Dominanzverhältnisse

Die in allen Gewässern mit Hoch- und Zwischenmoorcharakter und deutlichen Beständen (Deckungsgrade > 10 %) an flutenden Sphagnen dominierenden Käfer waren die Zwergschwimmer (Gattung *Hydroporus*), insbesondere *H. erythrocephalus* und *H. obscurus*. Obwohl beide Arten nicht in allen Gewässern codominant auftraten (siehe Gr. 11 und 10 sowie Torfstich 5 in Tab. 4), repräsentierten sie insgesamt

mit 18 % und 34 % mehr als die Hälfte aller in den ombrotrophen und ombro-minerotrophen Gewässern gefangenen Individuen. Allerdings hatte im letztgenannten Gewässertyp *H. erythrocephalus* einen leicht höheren Anteil an den insgesamt dort gefangenen Käfern als *H. obscurus*. Neben diesen beiden im Gesamtfang dominanten Arten waren die tyrphobionte *I. aenescens* und der tyrphophile *E. affinis* subdominant sowie der tyrphophile *Hydroporus tristis* rezendent. Eine weitere Zwergschimmerart, *Hydroporus palustris*, war ebenfalls subdominant, während alle andern Arten dieser Gattung nur als „Zufallsfunde“ belegt sind. Die neben *H. obscurus* und *I. aenescens* beiden anderen nachgewiesenen tyrphobionten Arten sind ebenfalls nur durch „Zufallsfunde“ belegt. *Agabus affinis* konnte mit einem Tier im Graben 5a gefangen werden (Tab. 4) und *Rhantus suturellus* war ausschließlich in den Bodenfallenfängern vertreten (Tab. 3). Neben *H. palustris* traten als einzige der Arten ohne spezifische Moorbinding, aber bis auf *Anacaena lutescens* häufiger in Hochmooren auftretenden Arten (vergleiche Tab. 2) *Helochares obscurus*, *A. lutescens* und *Agabus sturmi* relativ abundant auf. Die beiden erstgenannten Arten waren im Gesamtfang rezendent und *A. sturmi* war subdominant. Einige der größeren Dytisciden, insbesondere *Dytiscus marginalis*, *Acilius sulcatus* und *Hydaticus seminiger*, fanden sich fast ausschließlich in Stehgewässern mit einer größeren und tieferen offenen Wasserfläche, wie den Torfstichen 5, 6 und 7 sowie dem Graben 10. Der mittelgroße Dytiscide *Hyphydrus ovatus* und der Hydrophilide *Enochrus ochropterus* kamen sogar ausschließlich in den Torfstichen 5, 6 und 7 vor, also den Gewässern mit den größten und tiefsten offenen Wasserflächen. *Laccophilus minutus* wurde nur in den beiden wärmsten Hochmoorgewässern, Torfstich 6 und 7, nachgewiesen.

In den flutenden Sphagnen des Torfstichs 7 stellte *H. obscurus* knapp 70 % aller Käferimagines. Dabei wurde diese tyrphobionte Art in jeder der zwischen März und Oktober genommenen 27 Einzelproben von *S. cuspidatum* nachgewiesen und erreichte mittlere Dichten von 1–10 Individuen pro 10 g *Sphagnum*-Trockenmasse (Tab. 6). Insgesamt stellten die Moorarten 82 % aller in den Sphagnen gefundenen Käferimagines. Larven, die mit etwa 60 % aller Individuen der Gattung *Hydroporus*, zu 25 % anderen Dytisciden und zu 15 % der Familie Hydrophilidae angehörten, wurden im März und April nicht gefunden. Sie erreichten aber, zumindest im Juli 1991, Individuendichten von mehr als 20 Tieren pro 10 g *Sphagnum*-Trockenmasse (Tab. 6).

4. Diskussion

4.1. Artenzahlen, Käferzönosen und Verbreitungsmuster

In einem etwa 50 ha großen Teilbereich eines Torfabbaugebiets im zentralen Hochmoorschild des Wurzacker Riedes wurden 52 aquatische Käferarten aus 9 Torfstichen und Entwässerungsgräben sowie jeweils 7 weitere Arten aus in der Nähe dieser Stehgewässer aufgestellten Bodenfallen und zwei Fließgewässern nachgewiesen. Vergleicht man demgegenüber die aus süddeutschen Moorkomplexen wie dem Murnauer Moos (BURMEISTER 1982) und dem Federsee-Gebiet (BURMEISTER 1986, LÖDERBUSCH 1989) an wesentlich mehr und habitatsmäßig unterschiedlicheren Standorten nachgewiesenen Artenfülle, so ist, selbst unter Berücksichtigung nur der gemeinsam bearbeiteten Familien, die Artenzahl der aus dem östlichen Haidgauer Torfstichgebiet bekannten Käfer mit etwa zwei Drittel der Zahl aus den Moorkom-

Tab. 7. Artenzahlen innerhalb der jeweils bearbeiteten Familien aus Untersuchungen aquatischer Käfer in süddeutschen Moorengebieten. *DT 76* = DETTNER (1976): 10 Gewässer im Waldmoor-Torfstich und Wildseemoor; *BM 82* = BURMEISTER (1982): 19 Gewässer mit 21 Probestellen im Murnauer Moos; *BM 86* = BURMEISTER (1986, Datenerhebung 1969–1977): 13 Gewässer mit mehreren Probenahmestellen sowie Bodenfallen-Standorten im Federsee-Gebiet; *LB 89a* = LÖDERBUSCH (1989): 40 Gewässer und 1 Bodenfallen-Standort im Federsee-Gebiet; *LB 89b* = LÖDERBUSCH (1989): 26 Gewässer im Wurzacher Ried; *LA 90* = LANG (1990): 6 Gewässer und 9 Bodenproben-Standorte im Wurzacher Ried; *n.b.* = bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Familie	DT 76	BM 82	BM 86	LB 89a	LB 89b	LA 90	Aktuell
Haliplidae	1	8	7	8	5	1	3
Dytiscidae	28	47	49	49	44	21	36
Gyrinidae	0	3	2	1	3	1	2
Hydraenidae	5	11	6	10	8	2	3
Hydrophilidae	4	14	21	16	16	15	11
Helodidae	0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	6	6
Dryopidae	0	n.b.	n.b.	0	1	0	0
Elmidae	1	n.b.	n.b.	0	2	1	5
Summe	39	83	85	84	79	47	66

plexen relativ hoch (Tab. 7). Gegenüber den 38 Arten aquatischer Käfer (Hakenkäfer nicht berücksichtigt), die DETTNER (1976) aus zwei kleinen Hochmooren im Nordschwarzwald nachweisen konnte, ist das vergleichbare Arteninventar des Haidgauer Torfstichgebiets sogar um mehr als 60 % größer.

Diese relativ hohe Artenzahl, wie sie auch aus anderen Untersuchungen im Wurzacher Ried bestätigt werden (LANG 1990, vergleiche Tab. 7), ist sicherlich mitbedingt durch die Lage des Haidgauer Torfstichgebiets innerhalb dieses weiträumigen und vielfältigen strukturierten Moorkomplexes. Mit seinen bisher nachgewiesenen 124 Arten aquatischer Käfer im weiteren Sinne (JANSEN et alii 1993 und unveröffentlichte Daten) stellt das Wurzacher Ried ein erhebliches Artenreservoir und Potential für Migrationsbewegungen im Rahmen natürlicher Populationsdynamik dar. Dies insbesondere deshalb, da viele Wasserkäfer nach ihrem Imaginalschlupf in weitgehend trockenen Mikrohabitaten (BURMEISTER 1986) mehr oder weniger weite Wanderungen zu ihrem Wohngewässer durchführen, einige Dytisciden (zum Beispiel *Ilybius guttiger*) aufgrund ihrer semiaquatischen Lebensweise in Mooren (BURMEISTER 1986) auch größere Strecken zwischen offenen Wasserflächen epigäisch zurücklegen und eine Reihe von Arten zumindest saisonal häufig und ausdauernd fliegt (DETTNER 1976; BEHR 1990). Diese verschiedenen Wanderungsbewegungen spiegeln sich sowohl in den teilweise bedeutenden Bodenfallenfängen von Käferimagines, die selbst Fließwasserarten wie *E. aenea* miteinschließen, als auch von Käferlarven (JANSEN, unveröffentlichte Daten wieder. Auch MOSSAKOWSKI (1973) und MESSINIS (1992) wiesen im Wurzacher Ried vergleichbare Individuenzahlen und Artenspektren semiaquatischer und aquatischer Käfer aus Bodenfallen nach. Wie im Haidgauer

Torfstichgebiet waren diese Fallen meist mehr als 50m von offenen Wasserflächen entfernt. In gewässernah ausgebrachten Bodenfallen können Dytisciden noch wesentlich häufiger gefangen werden (BURMEISTER 1986; BEHR 1990).

Unter den zehn bei dieser Untersuchung erstmalig für das Wurzacher Ried nachgewiesenen Arten befanden sich neben den hemiaquatischen *Cercyon lateralis*, *Cercyon pygmaeus* und *Cyphon palustis* die beiden Schwimmkäfer *Graphoderus cinereus* und *Ilybius subaeneus*. Alle fünf Arten sind keine ausgesprochenen Moorkäfer (Tab. 1). Allerdings stammen, ebenso wie die jeweils 2 Individuen von *I. subaeneus* und *G. cinereus* aus dem Hochmoorgewässer Torfstich 7 oder dem Zwischenmoorgewässer Torfstich 5, die wenigen Nachweise dieser beiden Arten aus Oberschwaben sämtlich aus Moorgebieten. So liegen Funde von *G. cinereus* aus dem Federsee-Gebiet (BURMEISTER 1986; LÖDERBUSCH 1989), dem Brunnenholzried (KÖSTLIN 1968) und dem Wilden Ried (ZIEGLER 1992) sowie von *I. subaeneus* aus dem Wertenberger Ried (ZIEGLER 1992) vor. Jedoch deuten die vorhandenen genaueren Fundortangaben auf eine Bevorzugung mineralisch geprägter Moorgewässer hin (BURMEISTER 1986; LÖDERBUSCH 1989). Aufgrund ihres relativ seltenen Vorkommens in fast ganz Deutschland (LÖDERBUSCH 1989; ZIEGLER 1992) sind sowohl *I. subaeneus* als auch *G. cinereus* von generellem faunistischem Interesse.

Die weiteren fünf Neufunde für das Wurzacher Ried sind die Fließgewässerspezialisten *E. maugetii*, *Limnius perrisi*, *Oreodytes sanmarki*, *Esolus parallelepipedus* und *Hydraena gracilis*. Zusätzlich ist aus neueren Untersuchungen der Makrophytenbestände der Haidgauer Ach als sechste Fließgewässerart und insgesamt elfter Neufund *Oulimnius tuberculatus* bekannt (LENSING 1997). Obwohl zumindest die drei ersten Fließgewässerarten stetig und in größeren Individuenzahlen in der Haidgauer Ach und teilweise auch im Torfwerkskanal nachgewiesen wurden, sind sie aus diesen Gewässern bisher nicht belegt. Dies ist wahrscheinlich auch methodisch bedingt. Mit der Ausnahme von *O. sanmarki* besiedeln die anderen vier Arten Steine sowie anhaftende Moose der Gewässersohle oder auch Totholz (COLLING & SCHMEDJE 1996). Kescherfänge vom Ufer aus oder Unterwasserfallen, die Hauptmethoden der exzellenten Arbeit von LÖDERBUSCH (1989), haben für diese Arten eine geringere Fangwahrscheinlichkeit. Die Untersuchungen von PEISSNER (1986) und KOCH (1989) schließen zwar auch die Haidgauer Ach ein, aber nur mit den Oberläufen ihrer beiden Quellbäche und damit einem sehr reduzierten Habitatausschnitt. Dort wies PEISSNER (1986) mit *Riolus subviolaceus* eine Käferart nach, die in der vorliegenden Untersuchung nicht bestätigt werden konnte, aber auch durch einen Einzelfund aus dem Torfwerkskanal bekannt ist (LÖDERBUSCH 1989). Generell unterscheidet sich die Käferfauna dieses künstlichen Fließgewässers, wie die Makroinvertebratenfauna insgesamt (THAM et alii 1997a), deutlich von der des Moorbachs Haidgauer Ach. Insbesondere fehlten im Torfwerkskanal die in der Ach stellenweise hochabundant vorkommenden Hakenkäfer fast völlig. Deren Vorkommen erstrecken sich in der Ach vor allem auf die im Torfwerkskanal weitgehend fehlenden Stellen mit dem Torf aufliegenden Steinen sowie, wie LENSING (1997) nachweisen konnte, für die vereinzelt vorkommenden Aufwüchse der Armleuchteralge *Chara contraria*. Dies hat zur Konsequenz, daß die Individuendichte aquatischer Käfer im Torfwerkskanal insgesamt deutlich geringer ist, als die der Haidgauer Ach (THAM et alii 1997a).

Diese Besiedlungsunterschiede zwischen den nahegelegenen Fließgewässern haben potentiell mehrere Ursachen. Wasserchemisch stimmen beide Gewässer an den

untersuchten Abschnitten weitgehend überein (siehe auch JANSEN 1999, für Nährstoffe und weitere Ionen). Der einzige deutliche Unterschied in den gemessenen Parametern bestand in der signifikant höheren spektralen Absorption bei 254 nm des Torfwerkskanals, und damit, wie THAM et alii (1997a) zeigen konnten, in der Konzentration gelöster organischer Substanz (DOC) inklusive der Huminstoffe. Darüber hinaus ist auch der Gehalt an grobpartikulärer organischer Substanz im Torfwerkskanal wesentlich höher als in der Ach (THAM & JANSEN 1996). Dieser trophische Unterschied zwischen den beiden Fließgewässern ist mit höheren Artenzahlen und Besiedlungsdichten von Zerkleinerern und niedrigeren Artenzahlen bei Filtrierern und Weidegängern im Torfwerkskanal korreliert (THAM & JANSEN 1996; THAM et alii 1997a) und könnte auch die feindetrivoren *E. maugetii* und *E. eanea* (COLLING & SCHMEDJE 1996) in ihrer Populationsdynamik beeinträchtigen. Für das weitgehende Fehlen dieser und anderer Hakenkäferarten im Torfwerkskanal scheinen aber primär die zuvor erwähnten strukturellen Unterschiede im Vergleich zur Haidgauer Ach verantwortlich zu sein. Zwar sind generelle Morphometrie und Fließgeschwindigkeiten (JANSEN & KAPPUS 1993; THAM & JANSEN 1996) und teilweise auch Makrophytenbewuchs des Torfwerkskanals derjenigen der Haidgauer Ach sehr ähnlich, aber es fehlen die von Hakenkäfern primär besiedelten Wassermoose und steinigen Sedimente (HEBAUER 1980; BRAUCKMANN 1987; GRAUVOGL 1992) fast vollständig. Dieser Argumentation entspricht, daß die hauptsächlich im Torfwerkskanal nachgewiesenen räuberischen Dytisciden und Gyriniden durch die trophischen Unterschiede zwischen den beiden Fließgewässern nur sehr indirekt betroffen sind und hinsichtlich ihres überwiegenden Lebensraumtyps (zum Beispiel bewegtes Wasser mit emergenter Vegetation im Uferbereich) im Torfwerkskanal geeignete Habitate ausreichend vorhanden sind.

4.2. Artvorkommen und Standortverhältnisse

Das Auftreten koexistierender *Hydroporus*-Arten, aber auch anderer „Moorkäfer“, ist mehrfach mit bestimmten Faktorenzuständen abiotischer Parameter korreliert worden (GALEWSKI 1971; DETTNER 1976; MEYER & DETTNER 1981; LARSON 1985; CUPPEN 1986; EYRE et alii 1990; JULIANO 1991; BEHR 1994). Wie teilweise auch die Ergebnisse aus dem Haidgauer Torfstichgebiet zeigen, ist der Wasserchemismus (KOCH 1972), insbesondere Acidität (DETTNER 1976; MEYER & DETTNER 1981; JULIANO 1991), Leitfähigkeit (EYRE et alii 1990), Huminstoffgehalt (DETTNER 1976) und Gesamthärte (KOCH 1972; DETTNER 1976) sowie das Abflußverhalten eines Gewässers wesentlich für die Habitatbindung aquatischer Käfer in Moorgebieten. Allerdings konnte hinsichtlich der Artenübereinstimmung der Lebensgemeinschaft der Stehgewässer im Haidgauer Torfstichgebiet (Cluster B in Abb. 4) ein strukturierender Effekt des Wasserchemismus nur ansatzweise festgestellt werden. Eher ließen sich die Gewässergruppierungen mit Faktoren wie Gewässergroße und -struktur in Beziehung setzen. Interessanterweise resultieren die mit der identischen statistischen Methode vorgenommenen Ähnlichkeitsvergleiche der gewässerspezifischen Zönosen von Trichopteren (THAM et alii 1997b), Dipteren (KOCH 1996) und Odonaten (JANSEN, unveröff. Daten) in weitgehend ähnlichen Gruppierungen. Insbesondere die hohe Artenübereinstimmung der beiden Torfstiche 6 und 7, die Sonderstellung des Grabens 11 innerhalb der ombrotrophen Gewässer, sowie die deutliche Abgrenzung des Grabens 5a von den reinen Stehgewässern ist auch bei den ebenfalls

mit relativ vielen Arten im Haidgauer Torfstichgebiet nachgewiesenen Dipteren und Odonaten gut zu erkennen. Diese Übereinstimmungen in der Artenzusammensetzung derselben Gewässer über verschiedene Insektenordnungen hinweg, läßt vermuten, daß zumindest für das in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigte Habitatspektrum innerhalb dieser Taxozönosen ähnliche Strukturierungsmechanismen bestehen.

Der kaum erkennbare Einfluß der Limnochemie auf die artenmäßige Zusammensetzung der Käfergemeinschaften (und möglicherweise der anderen zuvor angesprochenen Gruppen aquatischer Insekten) hat wahrscheinlich mehrere Ursachen. Zum einen ist die bloße Anwesenheit oder Abwesenheit einer Art, wie sie in die Berechnung des Ähnlichkeitsindex einging, eine wenig sensitive Methode zur Erkennung feiner Abstufungen in der Ausbildung abiotischer Umweltfaktoren. Zum anderen waren die Unterschiede im Wasserchemismus der untersuchten Stehgewässer insgesamt relativ gering und lagen wahrscheinlich für die meisten moorbewohnenden Käfer innerhalb ihrer physiologischen Toleranz, so daß es nicht zu kompletten Ausfällen ansonsten abundanter Arten in bestimmten Gewässern kam. Zu ähnlichen Einschätzungen hinsichtlich der Bedeutung des (exakten) pH-Wertes für die Struktur von *Hydroporus*-Gesellschaften von Gewässern eines relativ engen Aciditätsbereichs gelangen JULIANO (1991) und BEHR (1994). Daß, neben dem Angebot an strukturreichem *Sphagnum*-Substrat, auch der pH-Wert einen möglichen Effekt auf das Vorkommen einzelner Arten hat, lassen die niedrigen Abundanzen von *H. obscurus* in den subneutralen Torfstichen 5 und 8 gegenüber den hochabundanten Vorkommen in den stark sauren Torfstichen 6 und 7 vermuten. Ein solcher pH-Effekt entspricht auch Ergebnissen von CUPPEN (1986), nachdem *H. obscurus* in Gewässern mit pH-Werten >6 signifikant unterrepräsentiert ist. Allerdings können, zumindest für einzelne Arten, bei solchen Vergleichen auch regionale Unterschiede auftreten. So zeigte *A. sturmi* in den größeren Torfstichen und Gräben 10, 8, 7, 6, 5 und 5b, also im pH-Bereich 3,7–6,2, höhere Abundanzen in den saureren Gewässern, während DETTNER (1976) für die gleiche Art und einen identischen pH-Bereich im Nordschwarzwald eine positive Korrelation zwischen Abundanz und pH-Wert belegen konnte. Liegen die wasserchemischen Parameter innerhalb artspezifischer Toleranzen, so treten, wie schon zuvor angedeutet, weitere besiedlungsbestimmende Faktoren, wie zum Beispiel Gewässergröße, Pflanzenbewuchs/Substratbeschaffenheit und Beschattungsgrad/Temperaturregime hinzu. Für die Stehgewässer des Haidgauer Torfstichgebietes ist dabei vor allem ein Effekt der Gewässergröße, für die Fließgewässer ein Einfluß des Substrats (siehe oben) wahrscheinlich. So zeigen die großen, gefluteten Torfstiche 6 und 7 die größte Artenvielfalt aller Untersuchungsgewässer. Dies ist möglicherweise auf die vergleichsweise größere Habitatvielfalt dieser Torfstiche und das damit verbundene größere Nischenangebot für Käfer zurückzuführen.

Obwohl beispielsweise, ähnlich wie bei DETTNER (1976), auch im Haidgauer Torfstichgebiet *E. ochropterus* nicht in Kleingewässern gefunden wurde, konnten die von DETTNER (1976) festgestellten „fundamentalen Unterschiede“ zwischen großen und kleinen Moorgewässern in dieser Form nicht bestätigt werden. Allerdings handelt es sich bei dem großen Gewässer in der Untersuchung von DETTNER (1976) um einen Hochmoorkolk mit im Vergleich zu den ombrotrophen Kleingewässern deutlich unterschiedlichem Wasserchemismus. Ein markanter Effekt der Beschattung auf die Artenzusammensetzung, wie er aus einer Reihe von Untersuchungen aus Moor-

gebieten bekannt ist (MEYER & DETTNER 1981; BRINK 1983; BEHR 1988, 1992, 1994; BEHR & PIEPER 1991), war für die Gewässer des Haidgauer Torfstichgebiets nicht nachzuweisen. Sehr wahrscheinlich ist der Beschattungsgrad an keinem der hier untersuchten Gewässer annähernd vergleichbar mit denjenigen der sauren Waldgewässer, auf die sich die meisten der vorgenannten Arbeiten beziehen. Zudem unterscheiden sich die Waldgewässer aufgrund ihres hohen allochthonen (Laub)Eintrages limnochemisch und trophisch teilweise deutlich von den meist oligotrophen Hochmoorgewässern und stellen damit einen weitgehend anderen Habitattyp dar. Für diese Feststellung spricht, daß auch die in den Randbereichen des Wurzacher Riedes vorhandenen Bruchwaldtümpel im Vergleich zu den Hochmoorgewässern des Haidgauer Torfgebiets deutlich unterschiedliche Käferzönosen aufweisen (JANSEN, unveröffentlichte Daten).

4.3. Moorarten und naturschutzfachliche Bewertung der Käferfauna

Für die faunistische und naturschutzrelevante Beurteilung von Moorkomplexen ist weniger die absolute Zahl nachgewiesener Arten oder die Artenzusammensetzung von Sonderstandorten (wie zum Beispiel mineralisch geprägter Fließgewässer) von Bedeutung, als das Vorkommen, die Abundanz und die Dominanz standorttypischer Faunenelemente, das heißt insbesondere der tyrphobionten und tyrphophilen Arten. Bei diesem Bewertungsmaßstab sind nicht nur die in einem Gebiet nachgewiesenen Arten zu berücksichtigen, sondern auch das Fehlen von Arten, die aufgrund ihrer Lebensraumsansprüche und geographischen Verbreitung als Besiedler zu erwarten wären. Diese Vorgehensweise folgt dem Prinzip des sogenannten „Artenfehlbetrags“, das KOTHÉ (1962) schon vor über 30 Jahren in die Fließgewässerbewertung einführte.

Während der zweijährigen Untersuchung im Haidgauer Torfstichgebiet konnten 4 der 7 nach HEBAUER (1994) in Mitteleuropa als tyrphobiont und 6 der 17 (entspricht 35 %) als tyrphophil bezeichneten Wasserkäferarten nachgewiesen werden (Tab. 8). Die bisher nicht im Haidgauer Torfstichgebiet und auch nicht aus anderen Untersuchungen im Wurzacher Ried nachgewiesenen typhobionten Arten sind *Hydroporus melanocephalus*, *Ilybius crassus* und *Crenitis punctatostrata*. *H. melanocephalus* ist in Mitteleuropa insgesamt selten (SCHAEFLEIN 1979), und wird in den verfügbaren aktuellen Roten Listen der Bundesländer als „stark gefährdet“ oder „vom Aussterben bedroht“ (unter anderem in Bayern, HEBAUER 1992) eingestuft (JEDICKE 1997). Unseres Wissens sind aus Baden-Württemberg keine Nachweise dieser Art bekannt, und es ist fraglich, ob *H. melanocephalus* zur natürlichen potentiellen Fauna des Wurzacher Riedes gerechnet werden kann. Dies trifft möglicherweise auch auf *I. crassus* zu. Dieser Dytiscide gilt allgemein als boreomontane Art (HARDE & KÖSTLIN 1965; DETTNER 1977), das heißt sie bewohnt in Mitteleuropa ausschließlich Hochmoore der Mittelgebirge. Ein solches Verbreitungsmuster gilt auch für Südbayern (SCHULTE 1993) und weitestgehend für Baden-Württemberg, wo *I. crassus* fast ausschließlich im Schwarzwald gefunden wurde (HARDE & KÖSTLIN 1965; KÖSTLIN 1966; DETTNER 1976, 1977). Allerdings konnten KOSTENBADER (1976) und BURMEISTER (1986) *I. crassus* in den Urseen bei Beuren/Allgäu und in einem degradierten Hochmoor des Federsee-Gebietes nachweisen, und damit außerhalb des boreomontanen Areals [ein weiterer Nachweis aus dem Pfrunger Ried, den BURMEISTER (1986), DETTNER (1977) zuschreibt, bezieht sich wahrscheinlich auf *Agabus*

Tab. 8. Nachgewiesene Wasserkäferarten der tyrphophilen Torfmoosgesellschaft und der tyrphobionten Hochmoorgesellschaft (HEBAUER 1994) aus den Gewässern des Haidgauer Torfstichgebiets (HTSTG) und aus anderen Bereichen des Wurzacher Riedes (WRied; LÖDERBUSCH 1989, MESSINESIS 1992, JANSEN unveröffentlichte Daten); (?) = fragliches Vorkommen in Baden-Württemberg.

Art	HTSTG	WRied
a) tyrphobiont		
<i>Agabus affinis</i>	●	●
<i>Crenitis punctatostriata</i>	-	-
<i>Hydroporus melanocephalus</i> (?)	-	-
<i>Hydroporus obscurus</i>	●	●
<i>Ilybius aenescens</i>	●	●
<i>Ilybius crassus</i>	-	-
<i>Rhantus suturellus</i>	●	●
b) tyrphophil		
<i>Agabus congener</i>	-	●
<i>Agabus erichsoni</i> (?)	-	-
<i>Agabus wasastjernae</i>	-	-
<i>Bidessus grossepunctatus</i>	-	-
<i>Coelambus novemlineatus</i>	-	-
<i>Colymbetes paykulli</i>	-	-
<i>Colymbetes striatus</i>	-	-
<i>Enochus affinis</i>	●	●
<i>Enochus coarctatus</i>	●	●
<i>Enochus ochropterus</i>	●	●
<i>Hydrochus brevis</i>	-	●
<i>Hydrochus megaphallus</i>	-	-
<i>Hydroporus brevis</i> (?)	-	-
<i>Hydroporus melanarius</i>	●	●
<i>Hydroporus memnonius</i>	●	●
<i>Hydroporus scalesianus</i>	-	●
<i>Hydroporus tristis</i>	●	●

wasastjernae]. In wie weit die beiden letztgenannten Funde auf bodenständige Vorkommen von *I. crassus* hinweisen, ist schwierig zu beurteilen, da die Urseen nur einmalig untersucht wurden und neuere Untersuchungen aus dem Federsee-Gebiet zu keinen weiteren Nachweisen geführt haben (LÖDERBUSCH 1989; GRIMM 1996).

Das Vorkommen des Hydrophiliden *C. punctatostriata* ist für Baden-Württemberg bislang für das Wildseemoor im Nordschwarzwald belegt (DETTNER 1976, 1977), wo die Art in den kleineren Moorgewässern deutlich dominierte. Demgegenüber konnte *C. punctatostriata* im benachbarten Waldmoor-Torfstich nicht nachgewiesen werden (DETTNER 1976), und ihre rezente Verbreitung ist insgesamt nur unvollkommen bekannt (DETTNER 1977). In Bayern hat *C. punctatostriata* ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Hochmooren der nördlichen Mittelgebirge (HEBAUER 1992), und schon PEUS (1928) bezeichnet die Art als „typisches Gebirgstier“. Das stete und dominante Vorkommen in den Fundgewässern des Wildseemoors suggeriert, daß diese Art unter günstigen Lebensbedingungen hohe Populations-

ichten erreichen kann und in diesen Habitaten gut nachzuweisen ist. Die bisherigen Fehlnachweise aus den gut untersuchten Gewässern des Wurzacher Riedes lassen vermuten, daß *C. punctatostriata* in diesem Moorkomplex möglicherweise nicht vorkommt.

Neben den in der vorliegenden Untersuchung belegten tyrphophilen Arten sind mit *Agabus congener* (LÖDERBUSCH 1989; MESSINESIS 1992), *Hydroporus scalesianus* (LANG 1990) und *Hydrochus brevis* (LÖDERBUSCH 1989; JANSEN, unveröffentlichte Daten) drei weitere Arten mit den entsprechenden Lebensraumansprüchen aus anderen Bereichen des Wurzacher Riedes nachgewiesen (Tab. 8). Einige weitere Arten aus der Liste von HEBAUER (1994), wie *Agabus erichsoni* und *Hydroporus brevis*, sind bisher nicht aus Baden-Württemberg bekannt, und können höchstwahrscheinlich auch nicht der potentiellen Fauna des Riedes zugerechnet werden. Dies gilt wahrscheinlich auch für *Coelambus novemlineatus* und *Colymbetes striatus*, von denen wenige Exemplare in der Sammlung des Naturkundemuseums in Freiburg vorhanden, aber ohne Fundortangabe sind (BRAUN 1993). Aus ähnlichen Gründen, wie sie schon zuvor für *I. crassus* ausgeführt wurden, könnte auch ein potentielles Vorkommen des boreo-montanen *Agabus wasastjernae* (DETTNER 1977) für das Wurzacher Ried in Frage gestellt werden. Allerdings ist auch für diese Art zumindest ein süddeutscher Fund aus einem nicht-montanen Hochmoor bekannt (DETTNER 1977, siehe oben), so daß die rezente Verbreitung dieser Art und ihre möglichen Ursachen (siehe DETTNER 1977) weiterhin einer genaueren Klärung bedürfen.

Selbst wenn nur *H. melanocephalus*, *A. erichsoni*, *Hydroporus brevis*, *C. novemlineatus* und *C. striatus* bei einer Bewertung des Wurzacher Riedes als Habitat für Moorarten nicht als potentiell vorkommende Arten berücksichtigt werden, so ergibt sich ein Anteil der im Wurzacher Ried vertretenen tyrphobionten und tyrphophilen Käfer von 67 % bzw. 69 % an der Zahl der für diese Lebensraumtypen zu erwartenden Arten. Dazu kommt ein insgesamt etwa 50%iger Anteil der im Haidgauer Torfstichgebiet nachgewiesenen Arten an den sonstigen von HEBAUER (1994) aufgeführten acidophilen und acidotoleranten Käfern, das heißt Arten, die laut BURMEISTER (1986) in unseren Breiten einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt in Mooren besitzen.

Berücksichtigt man bei der naturschutzfachlichen Bewertung der Käferzönose des Haidgauer Torfstichgebietes neben dem reinen Vorkommen zusätzlich Abundanzen und relative Häufigkeiten der Arten, wird die Bedeutung dieses Hochmoorbereichs für die standorttypische Fauna noch deutlicher. Obwohl die absoluten Fangzahlen der qualitativen Proben aufgrund der bestandsschonenden Sammelweise relativ niedrig waren und quantitative Daten nur aus dem Spezialhabitat „flutende Sphagnen“ vorliegen, belegen die relativen Individuenhäufigkeiten eine deutliche Dominanz der Moorarten. Innerhalb dieser Gilde waren besonders Käfer der Gattung *Hydroporus* arten- und individuenreich in den Gräben und Torfstichen mit *Sphagnum*-Vegetation vertreten. Eine ähnliche Bedeutung der Zwergschwimmer für die Zusammensetzung von Wasserkäferzönosen ist sowohl für das gesamte Wurzacher Ried (LÖDERBUSCH 1989; JANSEN, unveröffentlichte Daten), wie auch aus vielen anderen Untersuchungen an sauren und nährstoffarmen Gewässern unterschiedlicher geographischer Lage bekannt (DETTNER 1976; MEYER & DETTNER 1981; BURMEISTER 1982; BRINK 1983; LARSON 1985; EYRE et alii 1986; EYRE & FORSTER 1989; BEHR 1988, 1992, 1994; BEHR & PIPER 1991). Innerhalb der in Europa je nach Standort und Gewässertyp beteiligten 10–20 *Hydroporus*-Arten bestehen dabei relativ

stetige Artenzusammensetzungen und Abundanzgefüge (DETTNER 1976; MEYER & DETTNER 1981; BURMEISTER 1982; EYRE et alii 1986; EYRE & FORSTER 1989; BEHR 1988, 1992, 1994). Eine solche Übereinstimmung in der Zusammensetzung der *Hydroporus*-Taxozönose besteht möglicherweise für alle Hochmoore des süddeutschen Voralpenraums. Zumindest ist die in den Torfstichen und Gräben des Haidgauer Torfstichgebiets nachgewiesene Abundanzrangfolge innerhalb der Zwergschwimmer: *H. obscurus* > *H. erythrocephalus* > *H. palustris* > *H. tristis* > *H. angustatus*, *H. incognitus*, *H. melanarius*, *H. memnonius*, *H. umbrosus* für die ersten vier Arten weitgehend identisch mit der Rangfolge, die BURMEISTER (1982) für „Torfstiche mit Hochmoorregeneration“ des Murnauer Moores angibt. Darüber hinaus tritt die in den Zwischenmoorgewässern Torfstich 5 und 8 zu beobachtende Umkehr in der Abundanzrangfolge zwischen *H. obscurus* und *H. erythrocephalus* auch in „Torfstichen mit Übergangsmoorregeneration“ im Murnauer Moos auf (BURMEISTER 1982). Schließlich umfassen die für das gesamte Wurzacher Ried nachgewiesenen 17 Arten der Gattung *Hydroporus* (KOCH 1988; LÖDERBUSCH 1989; LANG 1989; JANSEN, unveröffentlichte Daten) alle 14 Arten, die aus dem Murnauer Moos bekannt sind (BURMEISTER 1982). Demgegenüber hat die *Hydroporus*-Lebensgemeinschaft in Hochmooren des Nordschwarzwaldes eine deutlich unterschiedliche Zusammensetzung. Dort fehlt beispielsweise *H. erythrocephalus* völlig, und die Abundanz von *H. obscurus* ist im Vergleich zu derjenigen der präalpinen Mooren deutlich geringer und liegt hinter der von *H. tristis* und *H. melanarius* (DETTNER 1976, 1977).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß aufgrund des Artenvorkommens und insbesondere der Dominanzverteilung innerhalb der Wasserkäferzönose das Haidgauer Torfstichgebiet – und das Wurzacher Ried insgesamt – von herausragender Bedeutung als Habitat für die im Regionalraum vorkommenden Moorarten ist. Darüber hinaus spielt das Wurzacher Ried, da viele dieser Arten in anderen Habitaten nicht vorkommen, für den Artenschutz aquatischer Käfer insgesamt eine wesentliche Rolle (cf. LÖDERBUSCH 1989).

4.4. Grundlagen für eine Erfolgskontrolle

Jede Klassifizierung von Lebensgemeinschaften, insbesondere die der trophisch weitgehend unabhängigen Wasserkäferzönosen (LARSON 1985), kann nur ein zeitlich fixiertes, künstliches Abbild eines an sich dynamischen Kontinuums von Artenassoziationen darstellen. Dennoch können solche „Schnappschüsse“ als wertvolle Referenzpunkte zur Beurteilung „natürlicher“ wie unmittelbar anthropogen hervorgerufener Umwelteffekte dienen. Vor diesem Hintergrund kann die rezente Wasserkäferzönose des Haidgauer Torfstichgebietes sowohl hinsichtlich ihres Artenvorkommens als auch der Dominanzverteilung der Arten als weitestgehend typisch für „intakte“ oder hydrologisch mäßig gestörte Hochmoore des nördlichen Alpenvorlandes gelten. Obwohl für Moorbäche des Types der Haidgauer Ach kaum Vergleichsdaten zur Makroinvertebratenbesiedlung bestehen (BRAUKMANN 1987), sind zumindest das Artenspektrum und die entsprechenden Häufigkeitsverteilungen der Käferzönose dieses Fließgewässers hinreichend gut charakterisiert. Darüber hinaus existieren erste Daten zur zonalen Gliederung von Individuendichten (THAM et alii 1997a). Insgesamt bestehen damit sinnvolle Referenzpunkte für die Erfolgskontrolle in den durch die Wiedervernässungsmaßnahmen betroffenen Teilhabitaten des Moorkomplexes Wurzacher Ried.

5. Literatur

- BEHR, H. (1988): Kleinräumige Verbreitungsmuster von Dytisciden-Populationen (Coleoptera; Dytiscidae) in zwei Oberharzer Hochmooren. – Faun.-ökol. Mitt. 6: 43–52; Neumünster.
- (1990): Untersuchungen zum Flug- und Immigrationsverhalten von Wasserkäfern der Gattung *Hydroporus* Clairv. (Col.: Dytiscidae). – Drosera 1/2: 77–94; Oldenburg.
 - (1992): Dispersions-, Abundanz- und Dominanzdaten von koexistierenden *Hydroporus*-Imagines (Coleoptera; Dytiscidae) aus sekundären Moorgewässern. – Int. Revue ges. Hydrobiol. 77: 633–649; Berlin.
 - (1994): Lebensgemeinschaften koexistierender Arten der Wasserkäfergattung *Hydroporus* aus zwei norddeutschen Untersuchungsgebieten (Coleoptera; Dytiscidae). – Int. Revue ges. Hydrobiol. 79: 337–355; Berlin.
- BEHR, H. & PIPER, W. (1991): Zur Schwimmkäfer-Fauna (Coleoptera; Dytiscidae) der nordfriesischen Insel Amrum. – Faun.-Ökol. Mitt. 6: 229–242; Neumünster.
- BESCH, W.-K. (1992): Biologische Qualitätsklassifizierung von Fließgewässern. – In: BESCH, W.-K., HAMM, A., LENHART, B., MELZER, A., SCHARF, B. & STEINBERG, C. (Hrsg.): Limnologie für die Praxis. – S. 105–197; Landsberg a. Lech (ecomed Verlag).
- BLAB, J., FORST, R., KLÄR, C., NICLAS, G., WEY, H. & WOITHE, G. (1991): Naturschutzgroßprojekte des Bundes – Förderprogramme zur Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung, Naturschutzgroßprojekte und Gewässerrandstreifenprogramm. – Natur Landsch. 66: 3–9; Köln.
- BOHN, U. (1989): Zielsetzung, Konzept und Durchführung des Renaturierungsprojektes Naturschutzgebiet Rotes Moor in der hessischen Hohen Rhön. – Telma 2: 17–35; Hannover.
- BRAUKMANN, U. (1987): Zooökologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. – Arch. Hydrobiol. (Beih. Erg. Limnol.) 26: 1–355; Stuttgart.
- BRAUN, A. R. (1993): Die Wasserkäfer aus den Sammlungen des Naturkundemuseums in Freiburg. – Mitt. ent. Ver. Stuttgart 28: 47–51; Stuttgart.
- BRINK, M. (1983): Beiträge zur Kenntnis der Fauna des Gildenhauser Venns bei Bentheim. II. Die Habitatbindung der aquatilen Coleopteren. – Abh. westfäl. Mus. Naturk. 45: 24–50; Münster.
- BURMEISTER, E.-G. (1982): Die aquatische Coleopteren des Murnauer Mooses. – Entomofauna (Suppl.) 1: 227–261; Ansfelden.
- (1986): Die Wasserkäferfauna des Naturschutzgebiets Federsee. – Veröff. Natursch. Landschaftspf. Bd. -Württ. 61: 261–275; Karlsruhe.
 - (1990): Die Tierwelt der Moore (speziell der Hochmoore). – In: GÖTTLICH, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde. – S. 29–49; Stuttgart (Schweizerbart).
- BÖTTGER, K. & PÖPPERL, R. (1990): Limnische Wirbellose als Bioindikatoren für die Bewertung von Strukturparametern in Fließgewässern. – Schrif.-Reihe Landschaftspf. Naturschutz 32: 135–142; Greven.
- COLLING, M. & SCHMEDJTE, U. (1996): Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. – Informationsbericht Heft 4/96: 1–543; München (Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft).
- CUPPEN, J. G. M. (1986): The influence of acidity and chlorinity on the distribution of *Hydroporus* species (Coleoptera, Dytiscidae) in the Netherlands. – Ent. basil. 11: 327–336; Basel.
- DANIELS, J. & HALLEN, A. (1996): Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung – Projekt: Neustädter Moor, Landkreis Diepholz, Niedersachsen. – Natur Landsch. 71: 311–317; Köln.
- DETTNER, K. (1976): Populationsdynamische Untersuchungen an Wasserkäfern zweier Hochmoore des Nordschwarzwaldes. – Arch. Hydrobiol. 77: 375–402; Stuttgart.
- (1977): Zur tiergeographischen Stellung aquatiler Coleopteren des Nordschwarzwaldes. – Ent. Bl. Biol. Syst. Käfer 73: 149–160; Krefeld.
- ENGELMANN, H. D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. – Pedobiologia 18: 378–380; Jena.

- EYRE, M. D., BALL, S. G. & FOSTER, G. N. (1986): An initial classification of the habitats of aquatic Coleoptera in north-east England. – *J. anim. Ecol.* **23**: 841–852; Oxford.
- EYRE, M. D. & FOSTER, G. N. (1989): A comparison of aquatic Heteroptera and Coleoptera communities as a basis for environmental and conservation assessments in static water sites. – *J. appl. Ent.* **108**: 355–362; Berlin.
- GALEWSKI, K. (1971): A study on the morphobiotic adaptations of European species of the Dytiscidae (Coleoptera). – *Polskie Pisimo Ent.* **41**: 488–702; Wroclaw, etc.
- GRAUVOGL, M. (1992): Substratpräferenzen von *Elmis maugetii* Latr., *Oulimnius tuberculatus* Müll., *Limnius volckmari* Panz., (Coleoptera, Elmidae), *Leuctra geniculata* Steph. (Plecoptera) und *Ephemerella ignita* Poda (Ephemeroptera). – *NachrBl. bayer. Ent.* **41**: 1–6; München.
- GRIMM, D. (1996): Beitrag zur Wasserkäferfauna des NSG Federsee. – *Mitt. ent. Ver. Stuttgart* **31**: 85–94; Stuttgart.
- HARDE, K. W. & KÖSTLIN, R. (1965): Beiträge zur württembergischen Käferfauna III. – *Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ.* **120**: 246–267; Stuttgart.
- HEATHWAITE, A. L. (1994): Hydrological management of a cutover peatland. – *Hydrological processes* **8**: 245–263; London.
- HEBAUER, F. (1980): Beitrag zur Faunistik und Ökologie der Elminthidae und Hydraenidae in Ostbayern (Coleoptera). – *Mitt. münch. ent. Ges.* **69**: 29–80; München.
- (1992): Rote Liste gefährdeter Wasserkäfer (Hydradeephaga, Palpicornia, Dryopoidea) Bayerns. – *Schriftenr. bayer. Landesamt Umweltschutz* **111**: 110–115; München.
 - (1994): Entwurf einer Entomosoziologie aquatischer Coleoptera in Mitteleuropa (Insecta, Coleoptera, Hydradeephaga, Hydrophiloidea, Dryopodea). – *Lauterbornia* **19**: 43–57; Dinkelscherben.
- HELLAWELL, J. M. (1991): Development of a rationale for monitoring. – *In*: GOLDSMITH, F. B. (ed.): *Monitoring for conservation and ecology*. – Pp. 1–14; London (Chapman & Hall).
- JANSEN, W. (1998a): Zur Käferfauna eines Gradienten unterschiedlich stark gestörter Hochmoorstandorte im Moorkomplex Wurzacher Ried, Oberschwaben. – *Mitt. int. ent. Ver.* **22**: 85–126; Frankfurt a.M.
- (1998b): Die Laufkäferfauna eines Torfabbaugesbietes im Moorkomplex Wurzacher Ried, Oberschwaben (Col., Carabidae et Cicindelidae). – *Verh. westd. Entomol. Tag.* **1997**: 43–52; Düsseldorf.
 - (Hrsg.) (1999): Faunistisch-limnochemische Untersuchungen zur Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen in einem süddeutschen Moorkomplex (Wurzacher Ried, Lkr. Ravensburg). – 145 S.; Hamburg (Verlag Dr. Kováč).
- JANSEN, W. & KAPPUS, B. (1993): Biologische Gewässergüte von Fließgewässern im Naturschutzgebiet Wurzacher Ried. – *Gutachten im Auftrag des Landratsamt Ravensburg*, 57 S.; Stuttgart (Universität Hohenheim, Institut für Zoologie).
- JANSEN, W. & RAHMANN, H. (1994): Monitoring für den Hochmoorkomplex Wurzacher Ried. Teil 3 Monitoring der Fauna. Teil 3.1 Erfolgskontrolle im Haidgauer Torfstichgebiet. – *Hohenheimer Umwelttagung* **26**: 11–124; Stuttgart.
- JANSEN, W., STEINER, R., PEISSNER, T., HÖVEL, S., KÖNIG, A. & RAHMANN, H. (1997): Libellen. – *In*: BÖCKER, R. (Hrsg.): *Agrarforschung in Baden-Württemberg*, Band **28**: Erfolgskontrolle im Naturschutz am Beispiel des Moorkomplexes Wurzacher Ried. – S. 142–172; Stuttgart (Verlag Eugen Ulmer).
- JANSEN, W., THAM, J. & SPELDA, J. (1993): Faunistischer Fachbeitrag zum Pflege- und Entwicklungsplan für das Naturschutzgebiet Wurzacher Ried. – *Gutachten im Auftrag der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Tübingen*. – 200 S. + Anhang; Stuttgart (Universität Hohenheim, Institut für Zoologie).
- JEDICKE, E. (Hrsg.) (1997): Die Roten Listen: Gefährdete Pflanzen, Tiere, Pflanzengesellschaften und Biotoptypen in Bund und Ländern. – 581 S.; Stuttgart (Eugen Ulmer).
- JULIANO, S. A. (1991): Changes in structure and composition of an assemblage of *Hydroporus* species (Coleoptera: Dytiscidae) along a pH gradient. – *Freshwater Biol.* **25**: 367–378; Oxford.
- KAULE, G. (1974): Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen: Landschaftsökologische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Ziele der Raumordnung und des Naturschutzes. – *Diss. Bot.* **27**: 348 S.; Braunschweig (J. Cramer).

- KOCH, K. (1972): Vergleichende Untersuchungen über die Bindung aquatiler Koleopteren an ihre Lebensräume im Neusser Raum. – *Decheniana* 124: 69–112; Bonn.
- (1993): Die Käfer Mitteleuropas, Ökologie Band 4. – 384 S.; Krefeld (Goecke & Evers).
- KOCH, K.-P. (1989): Ökologisch-faunistische Untersuchungen semi-aquatiler Biotope der Naturschutzgebiete „Rohrsee“ und „Haidgauer Quellseen“ im Landkreis Ravensburg/Oberschwaben unter besonderer Berücksichtigung der Käfer. – 94 S., unveröff. Dipl.-Arbeit Universität Hohenheim; Stuttgart.
- KOCH, M. (1996): Vorkommen, Verbreitung und Populationsdynamik ausgewählter aquatischer Dipteren (Chironomidae, Culicidae, Chaoboridae, Dixidae) in einem Hochmoorkomplex Südwestdeutschlands (Wurzacher Ried, Landkreis Ravensburg). – 177 S., Dissertation Universität Hohenheim; Stuttgart.
- KOHLER, A., POSCHLOD, P., RAHMANN, H. & JANSEN, W. (1994): Wissenschaftliche Begleituntersuchung der Wiedervernässungsmaßnahmen innerhalb des Renaturierungsprojekts Wurzacher Ried. – 337 S., Abschlußbericht 1993 im Auftrag des Umweltministeriums Bad.-Württ., Universität Hohenheim; Stuttgart.
- KOSTENBADER, H. (1976): Ergebnisse der Isny-Exkursion der Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutscher Koleopterologen. – Mitt. ent. Ver. Stuttgart 10/11: 84–102; Stuttgart.
- KOTHÉ, P. (1962): Der „Artenfehlbetrag“, ein einfaches Gütekriterium und seine Anwendung bei biologischen Vorflutuntersuchungen. – Dt. gewässerl. Mitt. 6: 60–65; Koblenz.
- KRACHT, V., KRAHL, W. & METZ, S. (1991): Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung, Projekt: Wurzacher Ried. – Natur Landschaft. 66: 9–14; Köln.
- KUNTZE, H. & EGGELSMANN, R. (1982): Zur Schutzfähigkeit nordwestdeutscher Moore. – Inf. Natursch. Landschaftspfl. 3: 93–111; Wardenburg.
- KÖNIG, A. (1992): Die Libellenfauna im Abbaugbiet Haidgauer Ried des Wurzacher Riedes. – *Telma* 22: 109–122; Hannover.
- KÖSTLIN, R. (1966): Bericht über die gemeinsame Exkursion der Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutscher Koleopterologen in den Württ. Schwarzwald. – Mitt. ent. Ver. Stuttgart 1: 23–43; Stuttgart.
- (1968): Bericht über die 10. gemeinsame Exkursion der Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutscher Koleopterologen in das NSG Brunnenholzried bei Aulendorf und zum Busen bei Riedlingen. – Mitt. ent. Ver. Stuttgart 3: 63–100; Stuttgart.
- LANG, W. (1990): Quantitative Untersuchungen der Käferfauna in anthropogen gestalteten Bereichen des Wurzacher Riedes. – 70 S. + Anhang, unveröff. Dipl.-Arbeit Universität Hohenheim; Stuttgart.
- LARSON, D. J. (1985): Structure in temperate predaceous diving beetle communities (Coleoptera: Dytiscidae). – *Holarct. Ecol.* 8: 18–32; Copenhagen.
- LENSING, U. (1997): Besiedlungsmuster aquatischer Invertebraten auf Wasserpflanzen eines süddeutschen Moorbachs (Haidgauer Ach, Landkreis Ravensburg). – 83 S., unveröff. Dipl.-Arbeit Universität Hohenheim; Stuttgart.
- LÖDERBUSCH, W. (1989): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Wasserkäfern und Wasserwanzen in den Naturschutzgebieten Federsee und Wurzacher Ried. – Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 64/65: 323–384; Karlsruhe.
- MESSINESIS, K. (1992): Untersuchungen zur Randeffect-Problematis des Wurzacher Riedes: Vögel und Kleinsäugerfauna (Muridae und Soricidae) sowie Arthropodenfauna (Araneae, Coleoptera, Formicidae) auf Transekten und Vergleichsflächen. – 129 S. + Anhang, unveröff. Dipl.-Arbeit Universität Darmstadt; Darmstadt.
- MEYER, W. & DETTNER, K. (1981): Untersuchungen zur Ökologie und Bionomie von Wasserkäfern der Drover Heide bei Düren (Rheinland). – *Decheniana* 134: 274–291; Bonn.
- MOSSAKOWSKI, D. (1973): Programmierte Auswertung faunistisch-ökologischer Daten. – Faun.-ökol. Mitt. 4: 255–272; Neumünster.
- PEISSNER, T. (1986): Die aquatile Fauna der Haidgauer Quellseen im Wurzacher Ried. – 118 S., unveröff. Dipl.-Arbeit Universität Hohenheim; Stuttgart.
- PEUS, F. (1928): Beiträge zur Kenntnis der Tierwelt nordwestdeutscher Hochmoore. – *Z. Morphol. Ökol. Tiere* 12: 533–683; Berlin.
- (Hrsg.) (1932): Die Tierwelt der Moore. – 277 S.; Berlin (Bornträger).
- ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. (ed.) (1996): Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. – 488 pp.; New York (Chapman & Hall).

- SCHAEFLEIN, H. (1979): Beitrag zur Dytiscidenfauna Mitteleuropas (Col.). Nebst einigen ökologischen Miszellen. – Stuttgarter Beitr. Naturk. (A) **325**: 1–20; Stuttgart.
- SCHMATZLER, E. (1982): Entwicklung der Hochmoorregeneration in Niedersachsen. – Inf. Natursch. Landschaftspfl. **3**: 183–191; Wardenburg.
- SCHOUWENAARS, J. M. (1993): Hydrological differences between bogs and bog-relicts and consequences for bog restoration. – Hydrobiologia **265**: 217–244; Dordrecht.
- SCHUCKERT, U., GREMER, D., DEUSCHLE, A., POSCHLOD, P. & BÖCKER, R. (1994): Monitoring für den Hochmoorkomplex Wurzacher Ried. Teil 2: Vegetation. – Hohenheimer Umwelttagung **26**: 99–109; Stuttgart.
- SCHULTE, H. (1993): Notizen zur Faunistik der Wasserkäfer im südöstlichen und südlichen Bayern (Insecta, Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophiloidea, Drypoidea). – Lauterbornia **13**: 1–19; Dinkelscherben.
- SMART, P. J., WHEELER, B. D. & WILLIS, A. J. (1989): Revegetation of peat excavations in a de-relict raised bog. – New Phytol. **111**: 733–748; Cambridge.
- SPELLENBERG, I. F. (ed.) (1991): Monitoring ecological change. – 344 pp.; Cambridge (Cambridge Univ. Press).
- STROHWASSER, P. (1994): Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung. Projekt: „Murnauer Moos, Moore westlich des Staffelsees“, Bayern. – Natur Landsch. **69**: 362–368; Köln.
- THAM, J. & JANSEN, W. (1996): Beeinflussen Huminstoffe die Artenzusammensetzung und Abundanzen von Makroinvertebratenzönosen in Fließgewässern eines Hochmoorkomplexes? – Dt. Ges. Limnologie (DGL) – Tagungsbericht **1995**: 943–947; Krefeld.
- THAM, J., JANSEN, W. & RAHMANN, H. (1997a): Effects of humic material on aquatic invertebrates in streams of a raised bog complex. – In: DROZD, J., GONET, S. S., SENESI, N., WEBER, J. (eds.): The role of humic substances in the ecosystem and in environmental protection. IHSS – Polish Society of Humic Substances, pp. 929–935; Wrocław.
- (1997b): Die Trichopterenfauna der Torfstiche und Gräben des Hochmoorkomplexes Wurzacher Ried, Lkr. Ravensburg. – Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. **71/72**: 379–410; Karlsruhe.
- ZIEGLER, H. (1992): Zur Verbreitung der Haliplidae, Dytiscidae und Gyrinidae im Landkreis Biberach unter besonderer Berücksichtigung der Natur- und Landschaftsschutzgebiete. – Mitt. ent. Ver. Stuttgart **27**: 55–83; Stuttgart.

Anschrift der Verfasser:

Dr. WOLFGANG JANSEN, Dr. MICHAEL KOCH und Dr. JOCHEN THAM, Institut für Zoologie, Universität Hohenheim, Garbenstr. 30, D-70593 Stuttgart.

